OPTIQUE

LES SOURCES DE LUMIERE

La lumière part d'une source de lumière.

1) Les sources primaires :

Les **sources primaires produisent** la lumière qu'elles envoient.

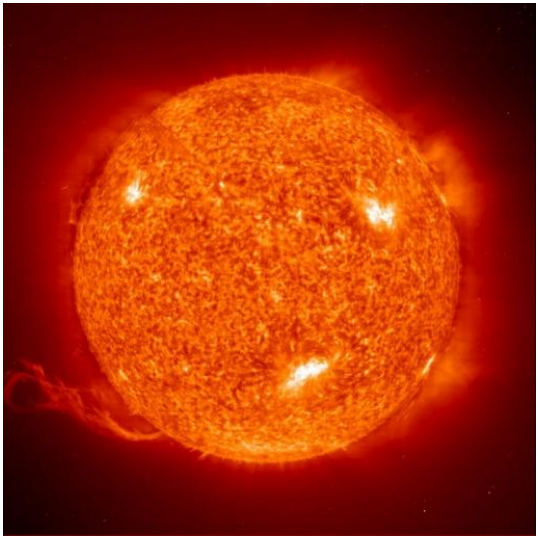
• Les sources **incandescentes** possèdent une **température très élevée** : lampe à incandescence (à filament), les étoiles (comme le Soleil), les flammes (les combustions), le fer en fusion, la lave volcanique en fusion, la braise incandescente.

Les combustions émettent de la lumière grâce à une réaction chimique de combustion avec le dioxygène de l'air :

Une allumette enflammée.

Des braises incandescentes.

Les étoiles émettent de la lumière parce qu'elles sont le siège de réactions nucléaires qui produisent énormément de chaleur :



Le Soleil.
http://www.astrosurf.com/

Les matériaux en fusion émettent de la lumière lorsqu'ils sont portés à haute température :

La lave volcanique en fusion.
http://naturendanger.canalblog.com

Le fer en fusion coulant d'un haut fourneau.
http://img216.imageshack.us/

Les conducteurs parcourus par un courant électrique émettent de la lumière parce qu'ils sont échauffés par le passage d'un courant électrique :

Une lampe à incandescence. C'est le passage du courant électrique qui porte le filament en tungstène à une température d'environ 3 000°C.

La résistance d'un grill électrique.

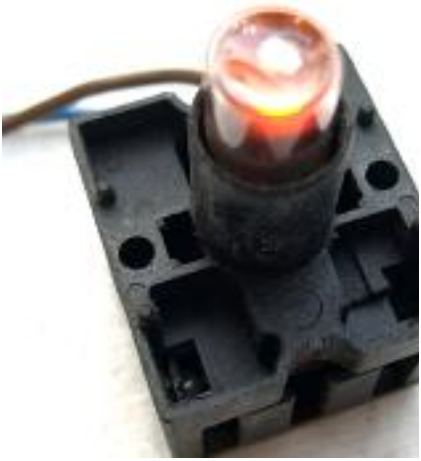
• Les sources **luminescentes** possèdent une **température peu élevée** : le tube fluorescent, la lampe à décharge (néon), la diode électroluminescente (DEL ou LED), les lucioles (vers luisants), le poisson abyssal (poisson lumineux de grande profondeur), le laser.

Certains animaux. Ils émettent leur lumière par bioluminescence :

Les photophores du Sternoptyx, un poisson abyssal.
© http://www.soest.hawaii.edu/

Une luciole (« ver luisant »). C'est une protéine, la luciférine qui rend lumineux cet insecte.
© http://upload.wikimedia.org/

Les lampes fluorescentes. Elles émettent de la lumière à cause du passage du courant électrique dans un gaz :



Un néon.
Il s'agit d'une lampe à décharge qui émet de la lumière orangée.

Une lampe fluorescente à économie d'énergie.
On appelle les tubes fluorescents des « néons » par erreur.

Les semiconducteurs produisent de la lumière par le passage du courant électrique dans un composant électronique semi-conducteur :

Un laser rouge.

Un afficheur électroluminescent de radioréveil.

Des diodes électroluminescentes.
http://www.techno-science.net

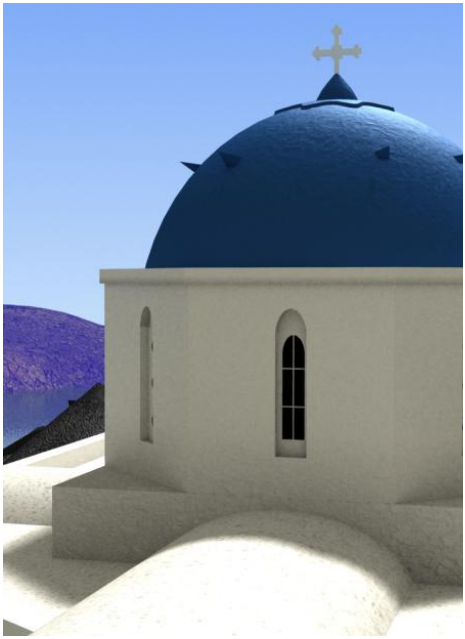
Une lampe à diodes électroluminescentes.
© Ikea.

2) Les objets diffusants :

Les **objets diffusants** se contentent de renvoyer la lumière.
Exemples : un tableau blanc, un écran de cinéma, une planète comme la Lune, un mur, moi (je ne suis pas une « lumière », mais je « réfléchis » ou du moins je diffuse la lumière).

• Les objets **clairs renvoient beaucoup de lumière** (surtout les objets blancs).
En été, les vêtements clairs et blancs sont de rigueur, pour renvoyer la lumière du Soleil et avoir moins chaud.

© www.tinokrause.de



http://www.irtc.org

Les maisons méditerranéennes (comme dans l'île de Santorin en Grèce) sont passées à la chaux vive (ciment) blanche pour renvoyer les rayons du Soleil. A l'intérieur de l'habitation, il fait ainsi moins chaud.

• Les objets **sombres absorbent la lumière** et la transforment en chaleur (surtout les objets noirs).

En hiver, il vaut mieux s'habiller d'habits de couleurs foncées pour capturer le moindre rayon de Soleil en vue de se réchauffer.

© http://www.disconormand.com

© http://www.skiclubleysin.ch

Les chalets de montagne ou du Canada sont passés au goudron ou au brou de noix pour absorber la pâle lumière solaire et que l'on ait un peu moins froid à l'intérieur.

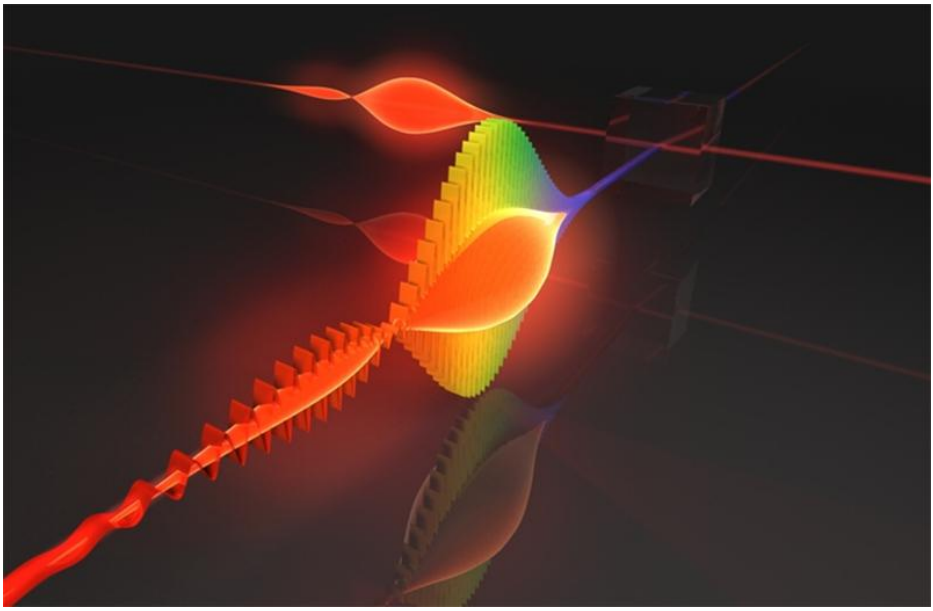
LA PROPAGATION DE LA LUMIERE

La nature de la lumière :

La lumière est dotée d'une double nature :

• Elle est formée de **particules d'énergie** sans masse appelées **photons** *(photos : la lumière ; -on : particule).*

• C'est aussi une **onde électromagnétique** qui se déplace très bien dans le vide et moins bien dans la matière (air, eau, verre)



© https://labodessavoirs.fr

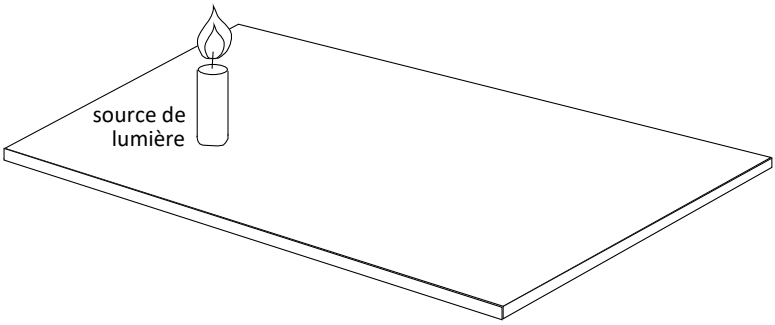
La lumière voyage dans le vide, sans support matériel.

La lumière se déplace en ligne droite :

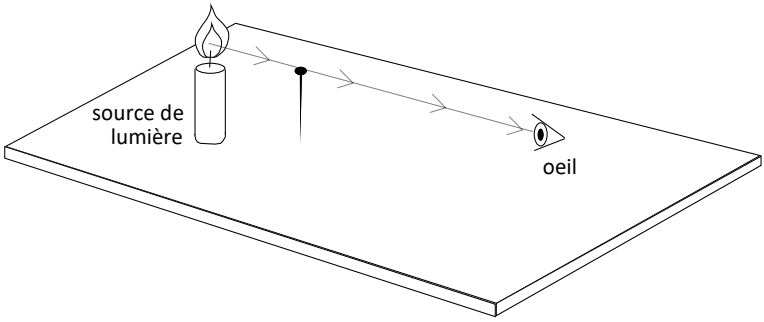
Matériel :

- Une source de lumière : bougie, écran de smartphone ou lampe de poche.
- Un carton très épais et assez grand.
- Trois épingles de couture.
- Une règle.
- Une feuille de papier
- Une paire de ciseaux.

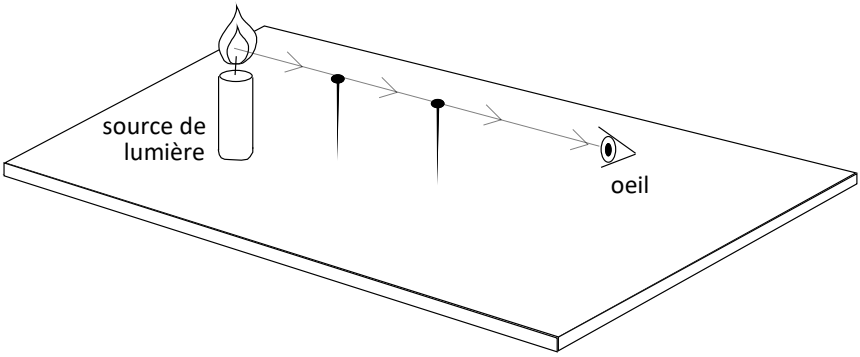
Posez le carton sur une table.
Allumez une bougie ou une lampe de poche.



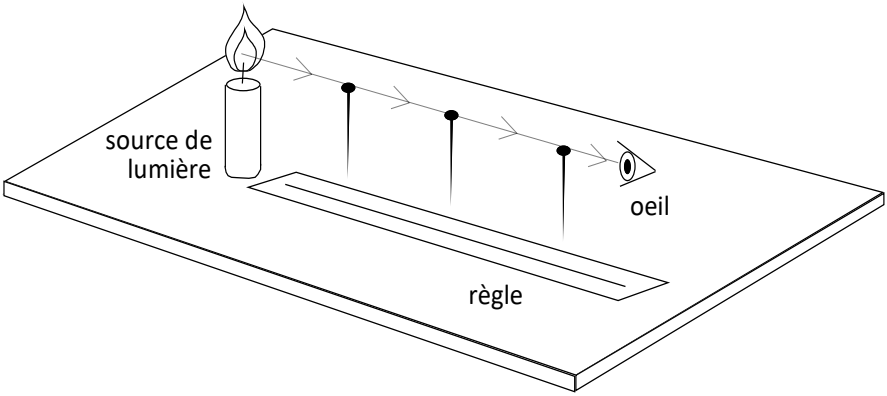
Plantez une épingle sur le support en face de la flamme :



Plantez une autre épingle en avant de telle manière que la première soit cachée.



Planter encore une autre épingle pour cacher les deux autres :

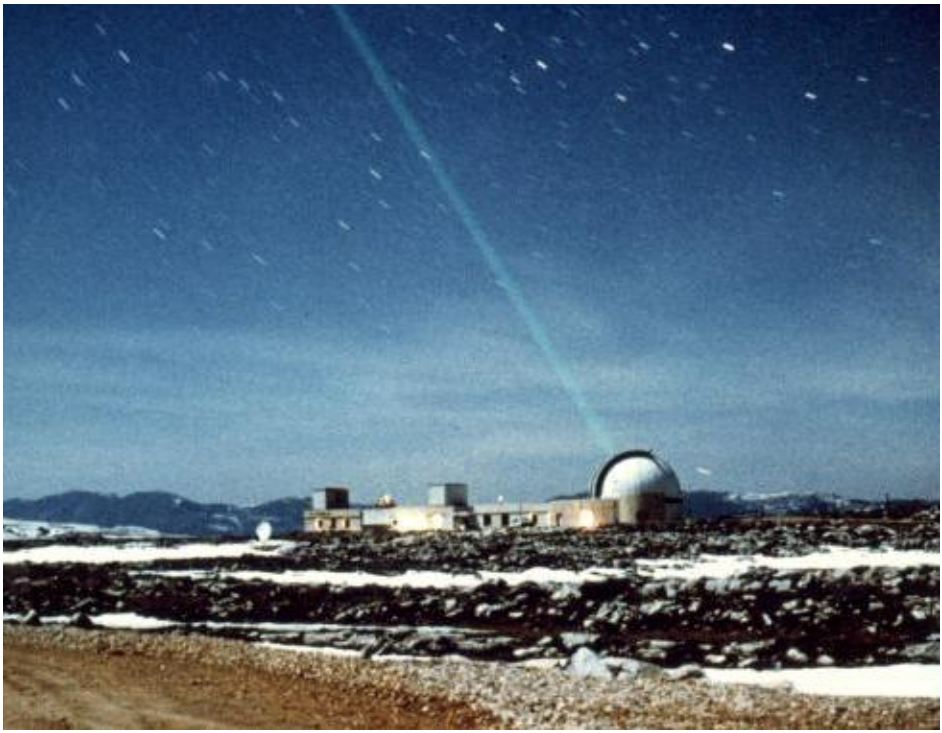


Lorsque vous regardez de face les trois épingles, si la première cache toutes les autres, que pouvez-vous constater ?

Les trois épingles qui interceptent un rayon lumineux de la bougie **sont alignées**.

Conclusion :

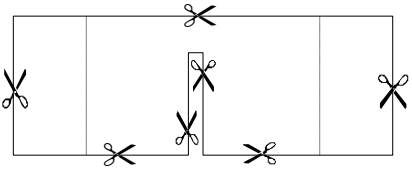
La lumière se déplace en ligne droite dans un milieu homogène (dans l'air, dans un même matériau partout). Elle se déplace en ligne droite dans le vide, loin des planètes et des étoiles.



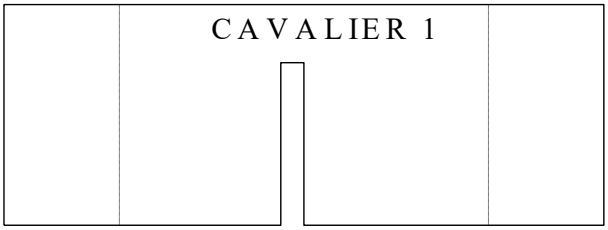
Le laser de l'observatoire de Grasse permet de mesurer la distance Terre/Lune.
http://wwwrc.obs-azur.fr/cerga/laser/laslune/presentation.htm

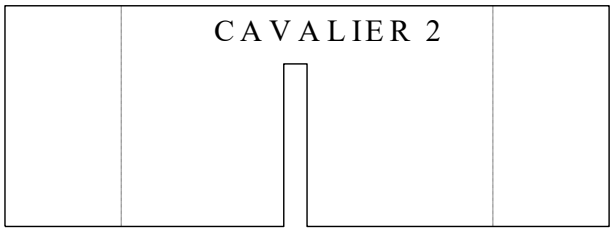
Polycopié à découper. Jeter les morceaux non utilisés dans une poubelle.

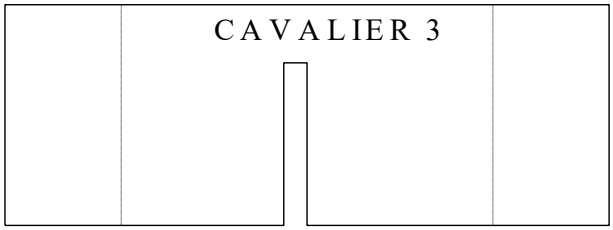
Découpage :



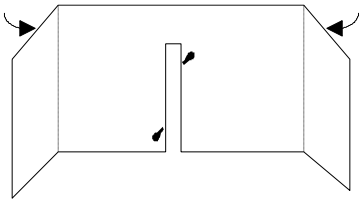
Découper les 3 cavaliers ci-dessous :







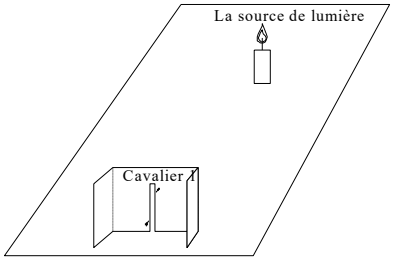
Pliage :



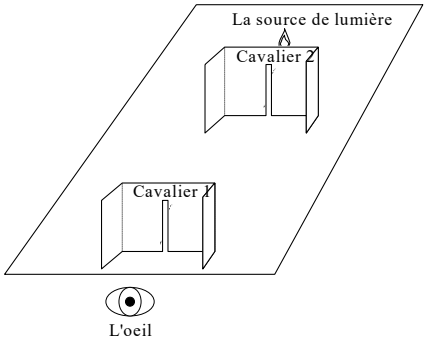
Repliez les deux pattes presque à angle droit, suivant les pointillés.

Les 3 cavaliers doivent tenir debout tout seul.

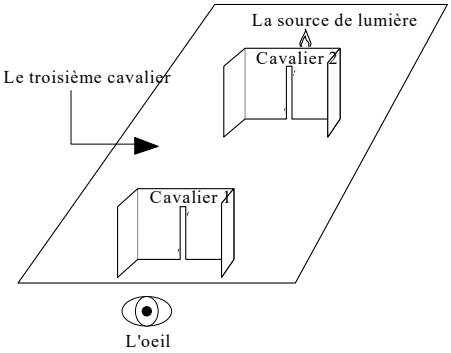
Expérience :



Posez une feuille de papier à plat sur la table. Disposez à un bout une source de lumière. Disposez à l'autre bout le premier cavalier.



Disposez le deuxième cavalier à 2 centimètres de la source de lumière.
Mettez votre œil à l'opposé de la source de lumière.
Vous devez voir la source de lumière à travers les fentes des deux cavaliers.



Disposez le troisième cavalier entre le premier et le second.
Vous devez toujours voir la source de lumière à travers les fentes des trois cavaliers.

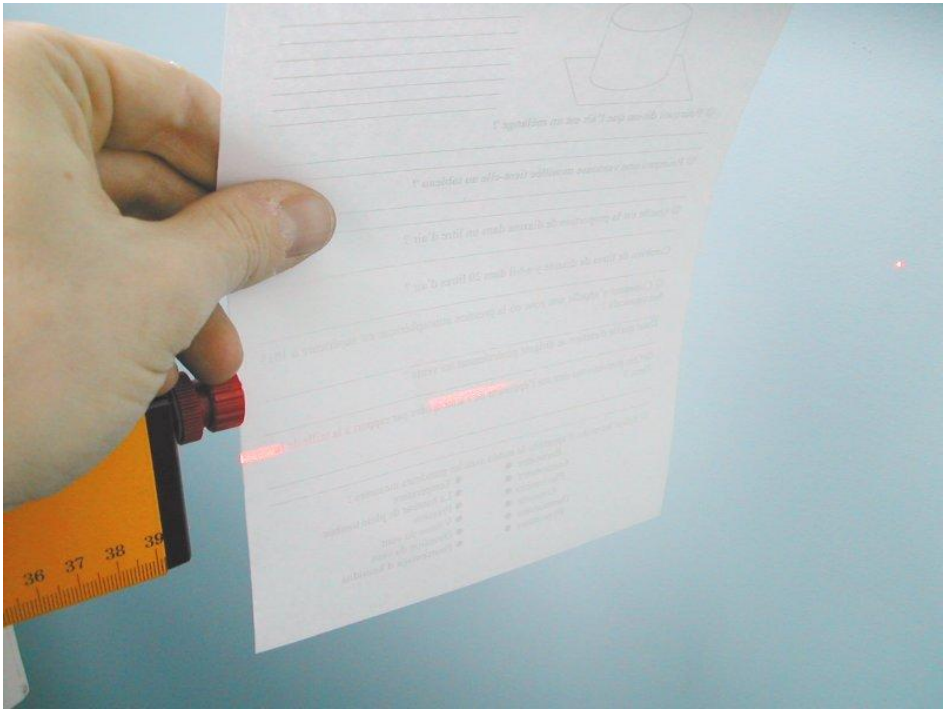
Dessiner le troisième cavalier sur le schéma ci-contre.

Observation :
Pour que l'on puisse voir la source de lumière à travers les trois cavaliers, il faut que les **3 fentes soient alignées**.

Conclusion :
La lumière se déplace en ligne droite dans l'air (et le vide).

Les usages du laser :

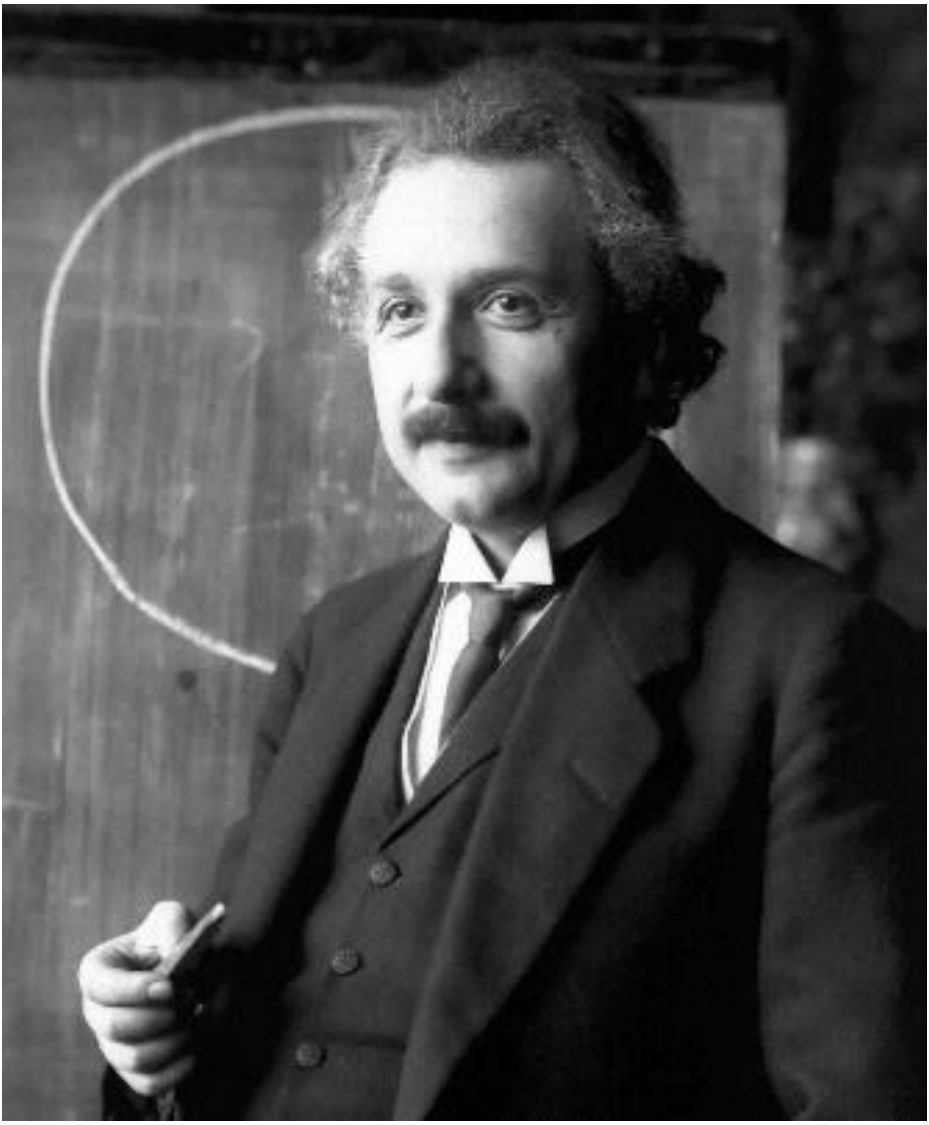
Le **laser** émet un faisceau de lumière totalement **droit** (rectiligne).



La lumière d'un laser se déplace en ligne droite.

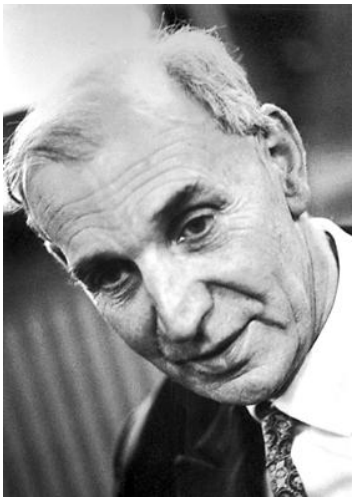
Le **laser** est une source de **lumière cohérente** (les rayons sont droits, parallèles entre-eux et les photons « vibrent » en même temps) et **monochromatique** (une seule couleur) dont on peut obtenir de fortes puissances.

Albert Einstein émet en 1917 le principe de l'émission stimulée. Cette théorie ouvre la porte à une nouvelle technologie : le **LASER** "**L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation", soit « amplification de lumière par une radiation à émission stimulée ».



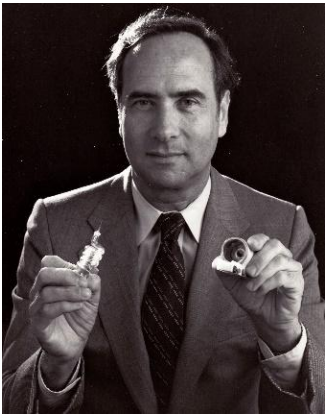
Albert Einstein (1879 – 1955)
©Wikipedia

Alfred Kastler propose en 1950 un procédé de pompage optique. Il le valide expérimentalement, en 1952, avec Brossel et Winter.



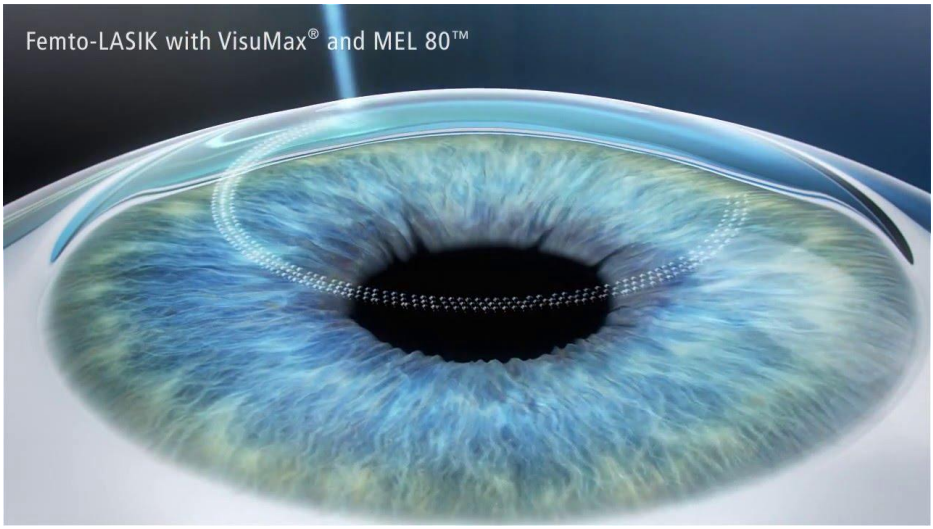
Alfred Kasler (1902 – 1984)
© Wikipedia

Theodore Maiman réalise en 1960 la première émission laser à partir d'un rubis.

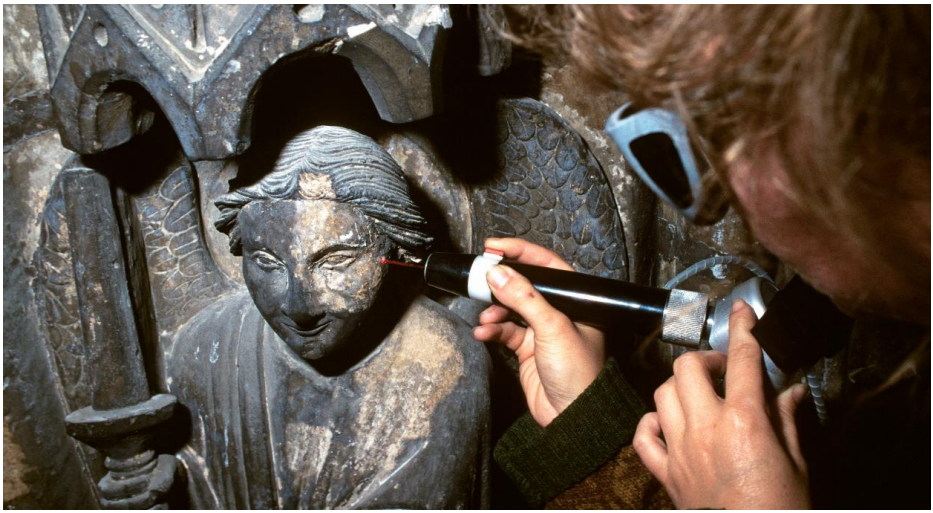


Theodore Maiman (1927 – 2007) tenant le premier laser.
© Wikipedia

Ali Javan fabrique en 1961 le premier laser à gaz, précurseurs des lasers que nous rencontrons aujourd'hui dans l'industrie.



Opération de la cornée à l'aide d'un laser.
© https://i.ytimg.com/vi/evjXT5PvE38/maxresdefault.jpg



La lumière du laser, absorbée par les traces noires de la pollution vaporise la saleté d'une statue
© https://jeunes.sfpnet.fr/

Relier chaque application (colonne de gauche) au domaine correspondant (colonne de droite) :

- Remodeler la cornée de l'œil
- Restaurer les monuments et statues.
- Recoller la rétine de l'œil
- Désobstruer des artères
- Éliminer les verrues
- Détruire les cellules cancéreuses
- Mesurer des distances
- Effacement des tatouages
- Epilation définitive
- Remodelage des rides
- Opérer les cordes vocales
- Effectuer des relevés topographiques
- Couper les tissus et organes : bistouri laser
- Détruire les caries
- Aligner, régler des constructions, des tunnels, des routes.
- Produire des effets de lumière dans les discothèques et pour les spectacles.
- Acheminer des conversations téléphoniques (fibres optiques)
- Transporter des données informatiques (fibres optiques)
- Copier un document dans un photocopieur
- Imprimer un document dans une imprimante laser
- Déterminer le déplacement d'une souris d'ordinateur
- Scanners
- Lire un CD ROM, un DVD ROM, un Blu-ray
- Graver des CD, DVD et Blu-ray
- Graver en 3 D l'image d'un monument dans un bloc de polycarbonate
- Reproduire une image en 3 D (holographie)
- Découper des tissus, des habits
- Lire les code-barres et Qr codes
- Détecter les faux billets
- Accéder à des températures de plusieurs millions de degrés Celsius.
- Découper des métaux
- Graver le bois, les métaux, d'autres matériaux durs
- Casser les liaisons moléculaires
- Initier des réactions nucléaires
- Mesurer les déformations de la croûte terrestre
- Mesurer la distance Terre-Lune au centimètre près
- Mesurer la pollution de l'air

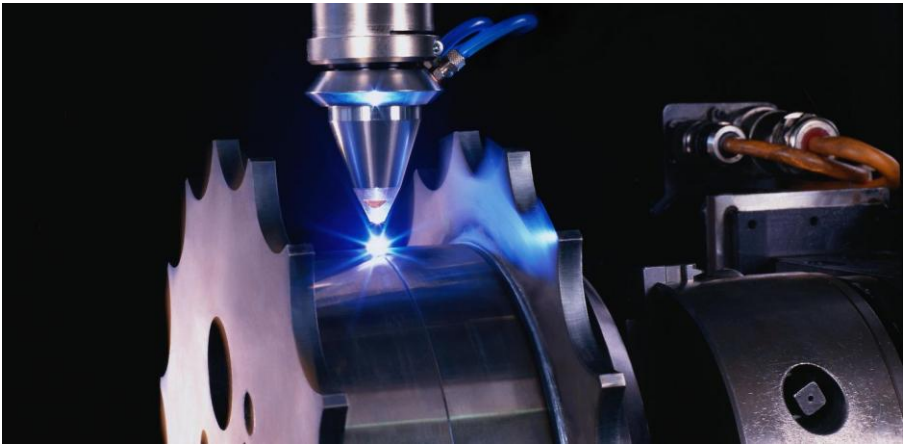
- Médecine
- Travaux public, construction
- Communication, bureautique, reprographie.
- Électronique, informatique.
- Loisirs, culture.
- Industrie, vente.
- Recherche.

Le laser en concert (des jeux de lumière).
© http://www.fondsecran.eu

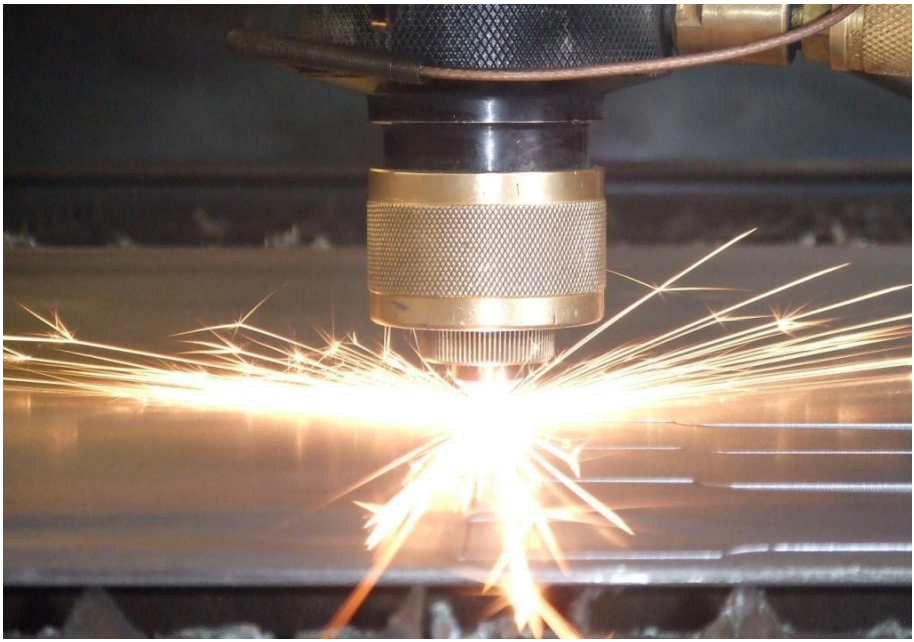
Le laser dans le repérage (des jumelles laser)
© http://www.mdl.co.uk/

Les relevés des dimensions d'un monument au laser
pour élaborer un modèle 3D ultra précis.
© http://www.tplm-3d.fr/categories/architecture/

Le laser en métrologie (la science de la mesure) :
la mesure par des géomètres d'une route.
© http://www.precisionsim.com/



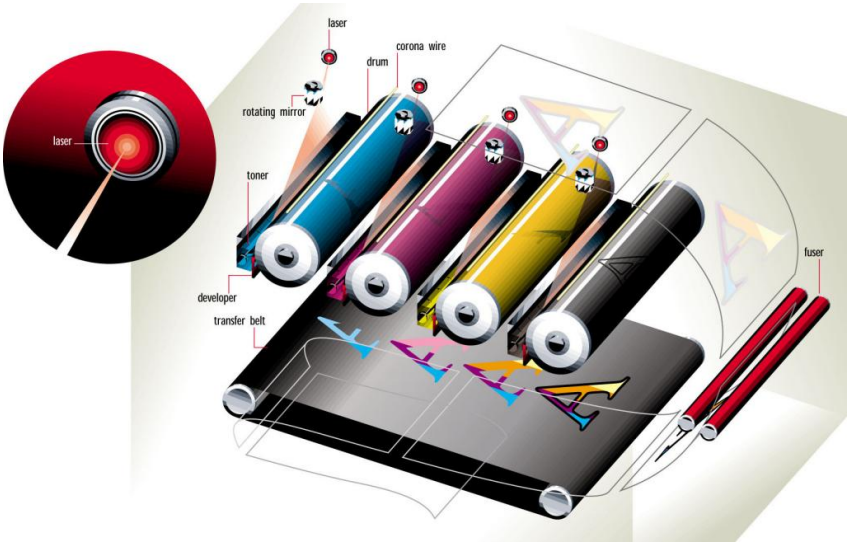
Le laser dans l'industrie : la soudure d'éléments métalliques.
© https://www.trumpf.com/



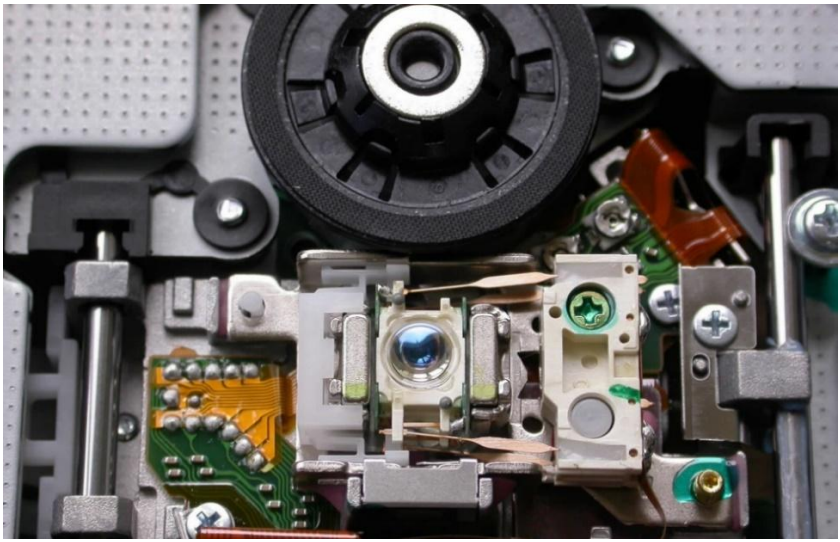
Le laser dans l'industrie : la découpe d'une tôle métallique.
© http://www.crequipment.co.nz/

Le laser dans le paramédical et l'esthétique : l'épilation au laser.
© https://dr-moreau-medecin.specialiste-esthetique.fr

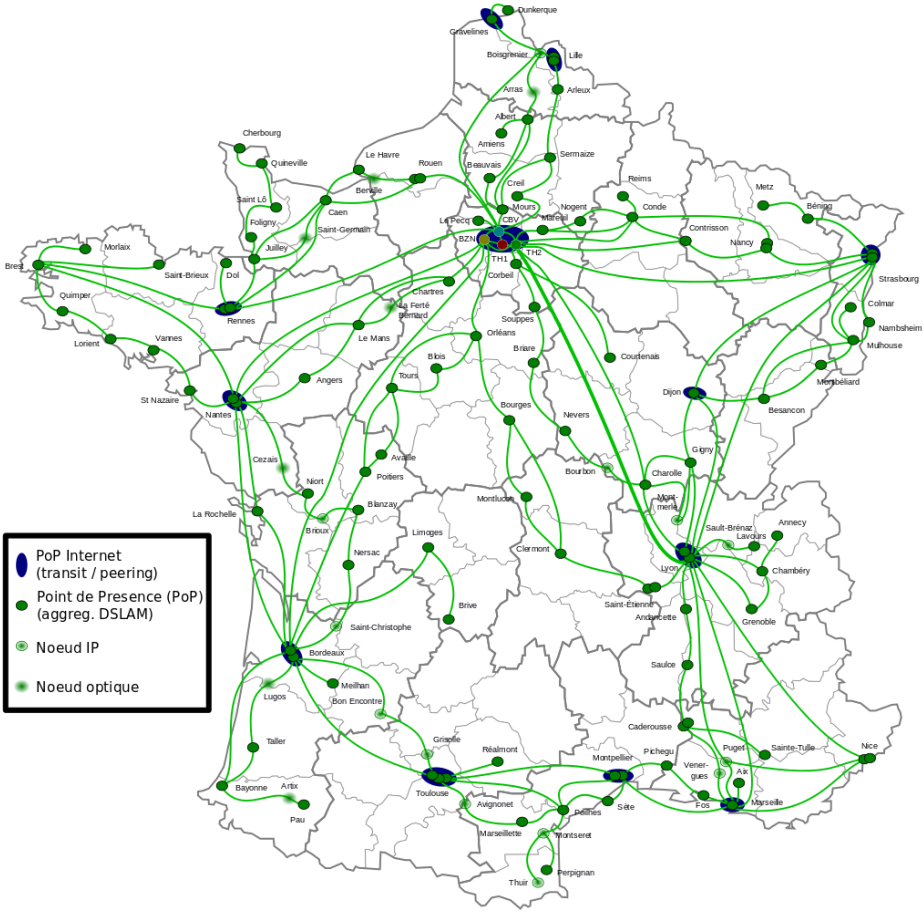
Le laser en informatique : le guidage du curseur par une souris laser.
© http://www.sharkoon.com/



Le laser en imprimerie : une imprimante laser 4 « couleurs », cyan, magenta, jaune et noir).
© http://www.xerox.com/



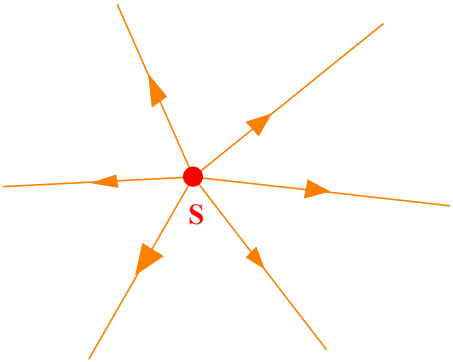
Le laser dans les loisirs : la tête de lecture laser d'un disque compact musical.
© http://www.cdrinfo.com/



Le laser dans les communications (le réseau de fibres optiques d'un fournisseur internet).

© https://upload.wikimedia.org

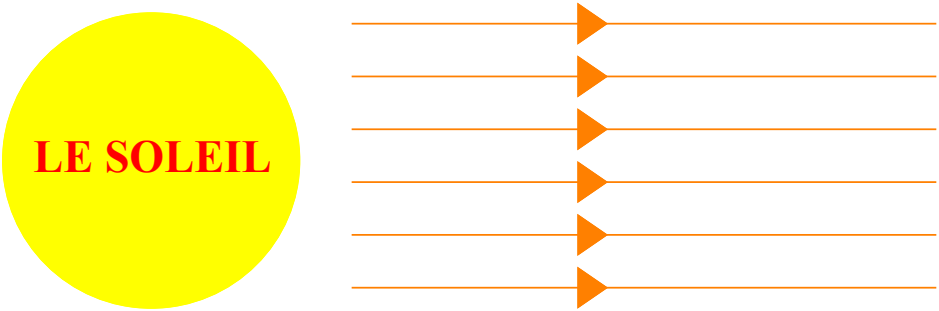
Le trajet de la lumière partir d'une source :



• La lumière **rayonne** dans toutes les directions à partir d'une **source ponctuelle** (petite et proche).

Exemple : la lumière rayonne à partir du filament d'une ampoule de lampe de poche.

• La lumière se déplace en **faisceaux parallèles** si la **source** est étendue et **lointaine**.
Exemple : en simplifiant, on peut considérer que la lumière issue du Soleil arrive au niveau de la Terre en faisceaux droits et parallèles.

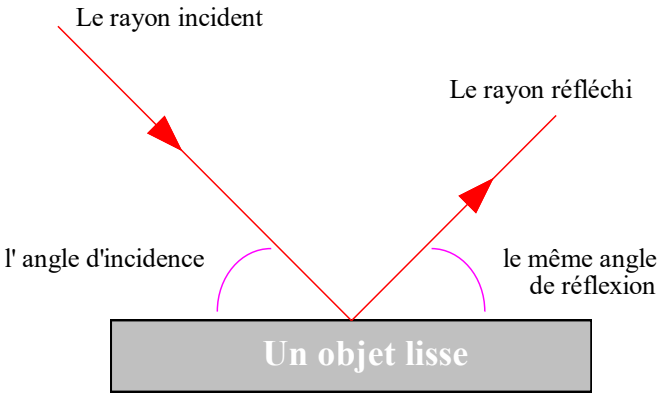


L'échelle des tailles et des distances n'ont pas pu être respectées.

En rencontrant un obstacle :

• Un objet clair et lisse **réfléchit** la lumière **: la lumière repart dans une direction précise**.

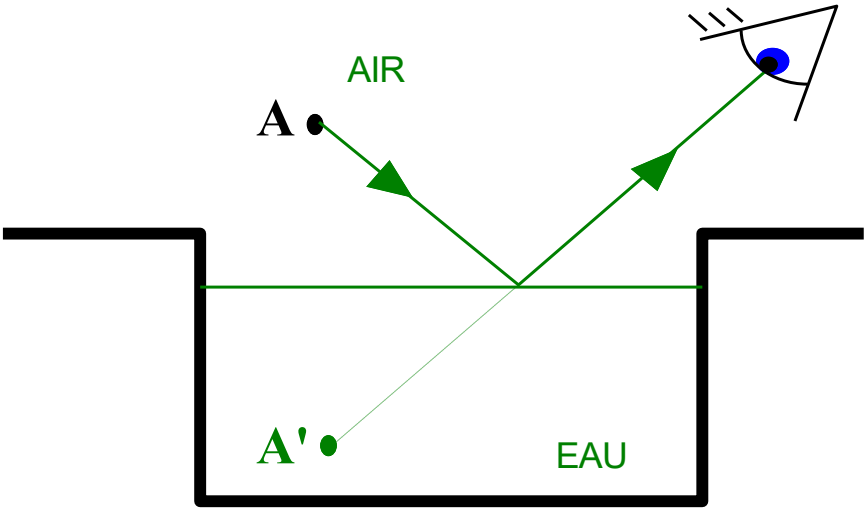
Exemple : un miroir, une surface métallique polie réfléchissent la lumière. En regardant ces objets, nous pouvons apercevoir notre image, symétrique par rapport à notre corps.



La réflexion d'un rayon lumineux sur un objet lisse.

La réflexion de la lumière à la surface d'une rivière.

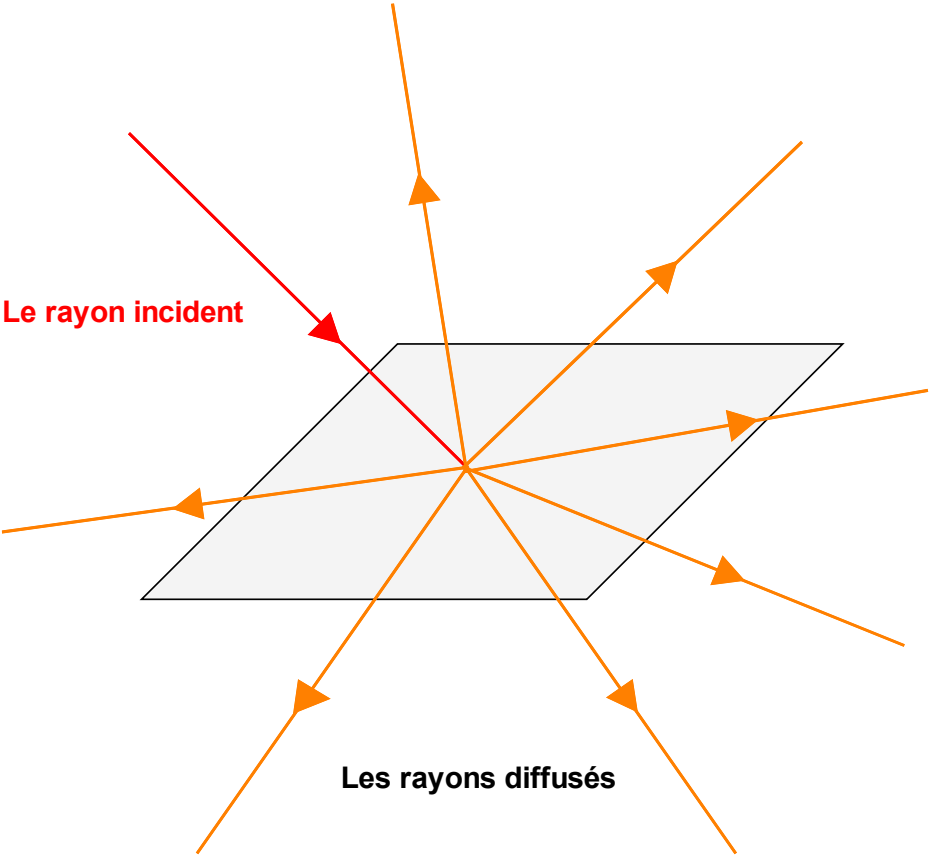
La réflexion de la lumière à la surface d'un lac.



Le rayon lumineux issu du point A atteint la surface de l'eau avec un certain angle. Le rayon réfléchi repart avec le même angle par rapport à la surface de l'eau. Lorsque l'œil regarde la surface de l'eau, il reçoit le rayon provenant du point A. Mais ce rayon a été dévié. Notre cerveau interprète ce rayon comme venant d'un point A', sous l'eau, symétrique du point A par rapport à la surface de l'eau. Nous voyons donc une image renversée du paysage en regardant la surface de l'eau.

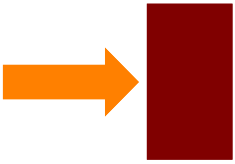
• Un objet clair, mais rugueux, **diffuse** la lumière : la **lumière repart dans toutes les directions**.

Exemple : un mur, un écran blanc de projection dans une salle de cinéma diffusent la lumière.



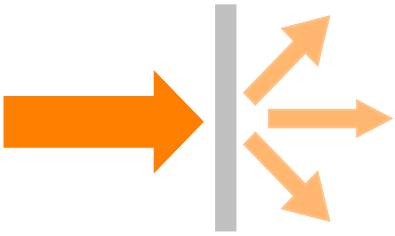
Dans la matière :

• La lumière **ne traverse pas** les objets **opaques**. (Brique, bois, acier) Elle est absorbée, réfléchie ou diffusée.



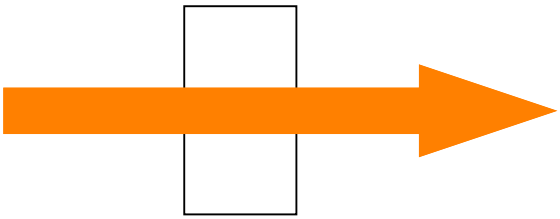
Une brique.

• Les objets **translucides laissent passer** la lumière, mais **en la déviant** et en la diffusant. (Papier calque, brouillard, verre dépoli)



Du papier calque.

• Les milieux **transparents laissent passer** la lumière **sans la dévier**. (vide, air sec, eau calme, verre)

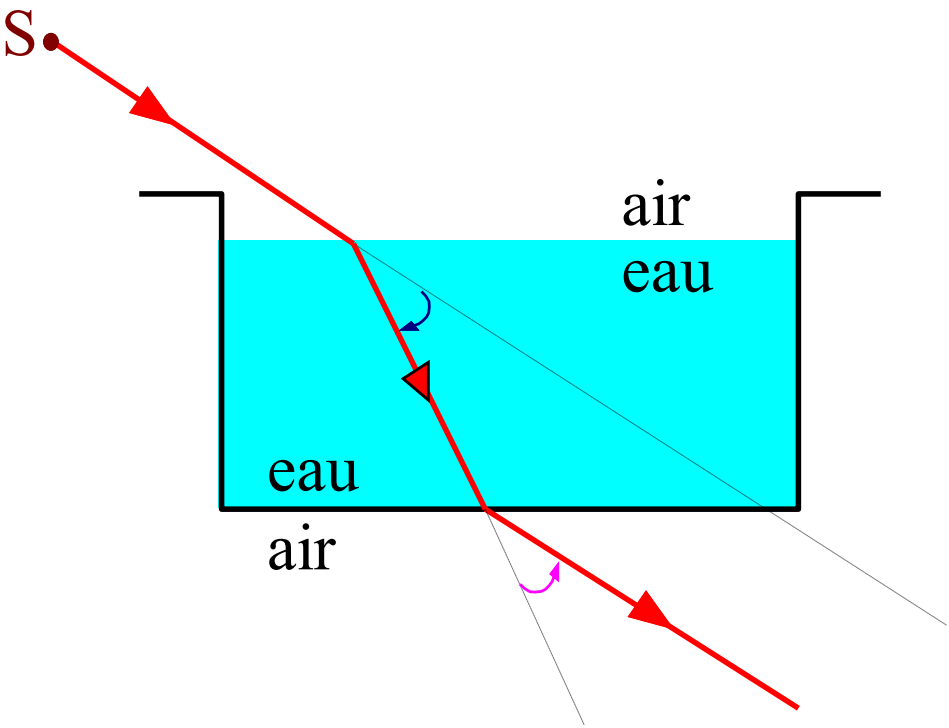


Du verre.

La vue d’un paysage
à travers une partie de vitre translucide (au-dessus)
et d’une partie de vitre transparente (en dessous).

La réfraction :

Lorsque la lumière **change de milieu**, elle **peut changer de direction** : elle est **réfractée**.

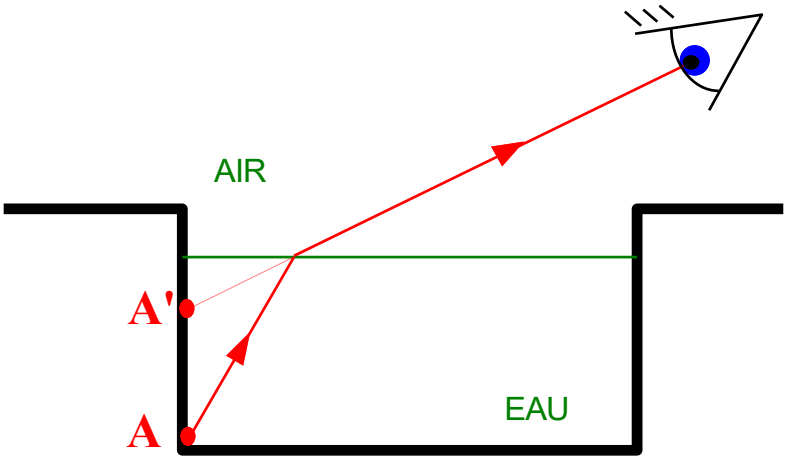


La réfraction d'un rayon lumineux.

Ce changement de direction peut s'observer si la lumière traverse des couches d'air de températures différentes (donc de densités différentes). Le rayon de lumière s'incurve alors.

Exemples :
En regardant notre corps à travers **l'eau de la piscine**, il semble écrasé, déformé :

Le corps immergé semble avoir rétréci.
Les parties surmontées de vagues semblent être déformées.
© http://photos.massal.net/swimming-pool



Le rayon issu du point A est **réfracté** : il change de direction en passant de l'eau à l'air. L'œil reçoit ce rayon réfracté, dont l'angle a changé au niveau de la surface de l'eau. Le cerveau interprète ce rayon comme venant d'un point A', plus proche de la surface de l'eau que le point A. Toutes les hauteurs sous l'eau semblent plus petites qu'en réalité.

Une **cuillère dans un verre d'eau** semble être brisée :

La cuillère dans un verre d'eau.

La même dans un bol d'eau.

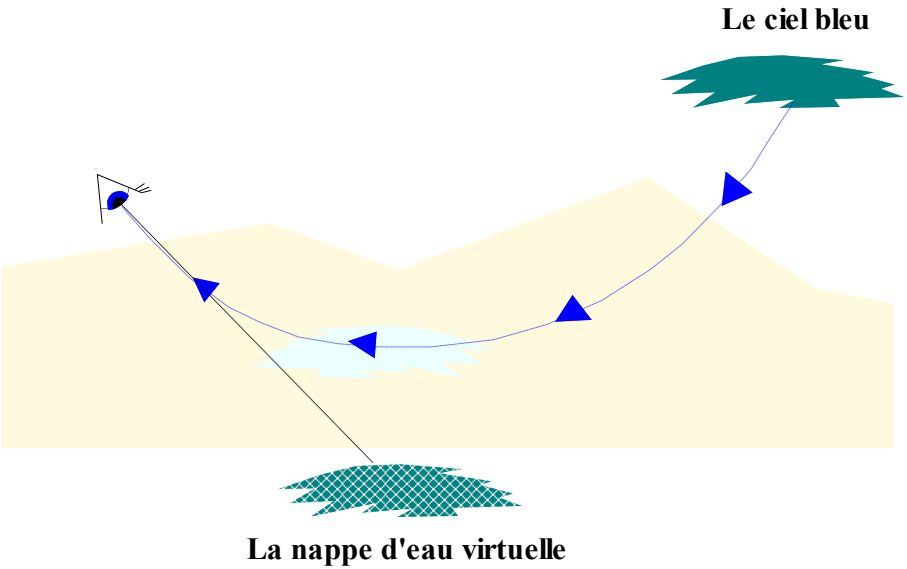
Les **mirages** dans le désert se forment quand la lumière venant du ciel ou d'un autre endroit est courbée lors du passage dans des couches d'air dont les températures sont différentes. On croit voir un objet (tel un palmier), ou de l'eau (le reflet du ciel) à un endroit où en fait, il n'y a que du sable.

Vous pensez voir une flaque d'eau au pied des rochers ?
Ne serait-ce pas plutôt l'image du ciel ?
© http://www.andybarson.co.uk/Images/Egypt020.JPG

Bien entendu, lorsqu'on marche vers le plan d'eau, celui-ci s'éloigne en même temps. Il est impossible de l'atteindre, puisque c'est une image virtuelle.

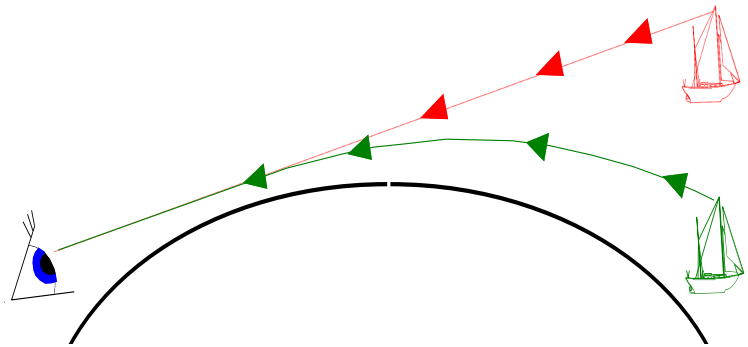
Le chamelier et son chameau semblent émerger d'une étendue d'eau inexistante.

© http://lh6.ggpht.com/



Dans les mers de Norvège, nombre de personnes ont cru voir un **navire fantôme** flotter au-dessus de l'océan. En fait, il s'agit de l'image d'un vaisseau existant réellement, mais très lointain. La lumière provenant de ce bateau a été courbée par les différences de densités des couches d'air traversées.

Bateau fantôme flottant dans le ciel.
© Youtube



En vert : le trajet réel de la lumière, déviée

En pointillés rouges, le trajet supposé (en ligne droite) de la lumière.

Ce mirage, accompagné de décharges électriques orageuses en haut des mâts (« feux de Saint Elme » pendant une tempête) expliquent mieux les légendes de vaisseaux fantômes (« the flying dutchman »).

LA VITESSE DE LA LUMIERE

Dans le vide, la lumière parcourt une distance d'environ **trois cent mille kilomètres** pendant une **seconde**.

$$\mathbf{V = 3 \times 10^5\ km/s}$$
$$\mathbf{V = 3 \times 10^8\ m/s}$$

La vitesse exacte est de 299 792 458 m/s dans le vide. On arrondit généralement cette valeur à **300 000 km/s**.

La vitesse de la lumière se note aussi **c** (célérité, autre mot pour dire « vitesse ») dans des formules très connues comme : $e = m.c^2$.

La lumière se propage moins vite dans l'air, l'eau et les solides.

Exercice 1 :

Calculer la distance que parcourt la lumière en une année. Cette distance s'appelle une Année de Lumière. (1 AL)

Données : v = 300 000 km/s
t = 1 an

Résultat à calculer : d = ?

Conversion : t = 1 an
t = 1 × 365 j
t = 365 × 24 h
t = 8760 × 60 min

t = 525 600 $\times$ 60 s
t = 31 536 000 s

Formule : **d** = **v** $\times$ **t**
(km) *(km/s)* *(s)*

Calculs : d = 31 536 000 $\times$ 300 000
d = 9 460 800 000 000 km
d = 9,46 $\times$ 10^{12} km

Une Année de Lumière représente près de dix mille milliards de kilomètres.

Proxima du Centaure, la plus proche étoile par rapport à notre système solaire, se trouve à 4 A.L. de nous, soit à environ 40 000 milliards de km de la Terre.

Exercice 2 :

Le Soleil se trouve à 1 U.A. de la Terre. L'Unité Astronomique est l'unité employée pour mesurer les distances entre les planètes. 1 U.A. = 150 000 000 km.

Combien de temps met la lumière partie du Soleil pour arriver sur la Terre ?

Données : d = 1 U.A.
v = 300 000 km/s

Résultat à calculer : t = ?

Conversion : d = 1 U.A.

d = 150 000 000 km

Formule : $d = v \times t$
$d / v = t$

t = d / v
(s) (m) (m/s)

Calculs : t = 150 000 000 / 300 000
t = 1 500 / 3
t = 500 s
t = 8 min 20 s

La lumière met 8 minutes et 20 secondes pour parcourir la distance séparant le Soleil de la Terre.

Exercice 3 :

La lumière met 2,6 s pour faire l'aller-retour entre la Terre et la Lune. Quelle est la distance séparant la Terre et la Lune ?

Données : t = 2,6 s
v = 300 000 km/s

Résultat à calculer : d = ?

Conversion : t = 2,6 / 2 **(un aller simple)**

t = 1,3 s

Formule : **d** = **v** × **t**
(m) (m/s) (s)

Calculs : d = 300 000 1,3
d = 390 000 km
d = 3,9 $\times$ 10^5 km

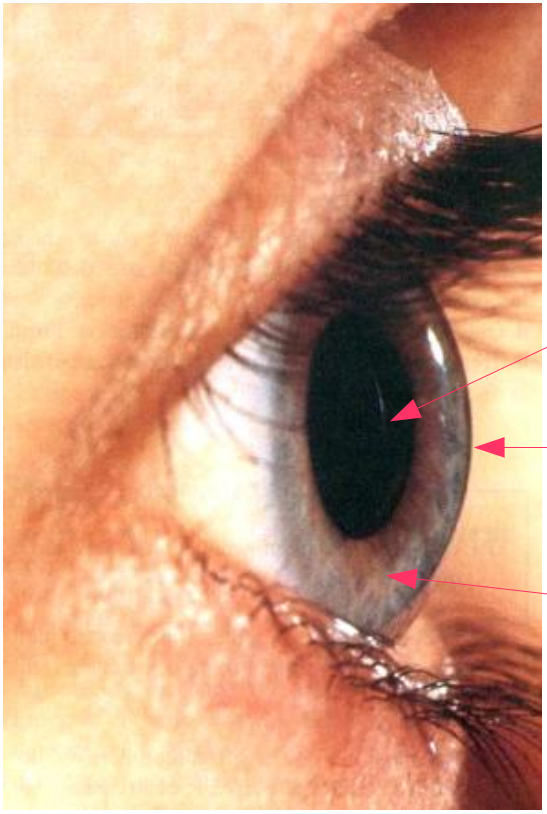
La distance séparant la Terre de la Lune est d'environ 400 000 km

Quand un astronaute veut parler à la Terre, sa question met plus d'une seconde pour arriver sur notre planète. Et la réponse se fait attendre autant.

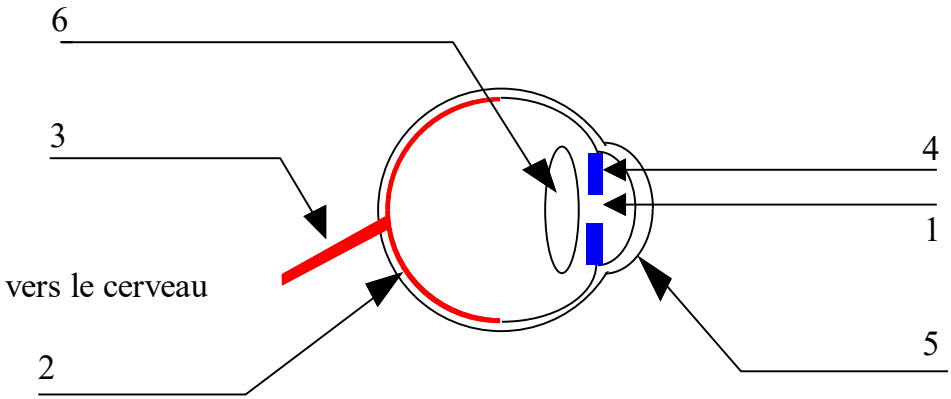
Photographies :
© 2004 R. Balderacchi ; Bordas ; Nathan ; Larousse ; NASA et leurs auteurs respectifs.

UN RECEPTEUR DE LUMIERE : L'OEIL

La lumière traverse la **cornée** transparente. La quantité de lumière est dosée par la **pupille** qui est l'ouverture ronde dans **l'iris.**



- Dans l'obscurité, la **pupille** se dilate : elle s'ouvre en grand pour laisser passer le plus possible de lumière.
- En plein soleil, la **pupille** se contracte : elle diminue de diamètre pour limiter la quantité de lumière qui entre dans l'œil.



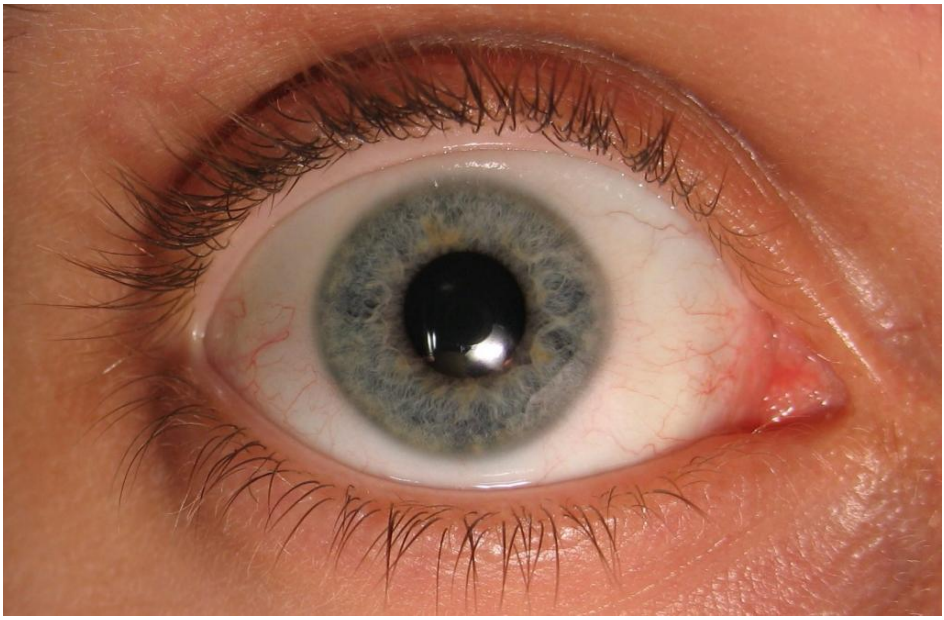
La coupe d'un œil.

Compléter le schéma ci-dessus à l'aide des légendes suivantes : La cornée, le cristallin, l'iris, le nerf optique, la pupille, la rétine.

Réponses :

-1- La pupille
-2- La rétine
-3- Le nerf optique
-4- L'iris
-5- La cornée
-6- Le cristallin

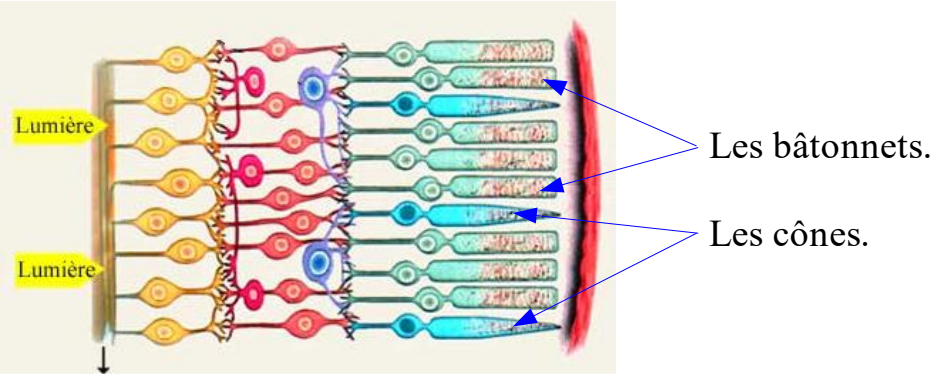
Les rayons lumineux sont déviés par le **cristallin**. C'est une lentille biologique qui se déforme pour que l'image des objets que l'on regarde soit nette au fond de l'œil.



© http://www.moktoipas.com/imgs/oeil.jpg

La **rétine** est la surface photosensible au fond de l'œil. La surface de la rétine est composée de deux types de cellules :

- Les **bâtonnets** sont sensibles à la **luminosité**. Ils voient en « noir et blanc ».
- Les **cônes** sont sensibles aux **couleurs**. Ils réagissent aux trois couleurs de base, le rouge, le vert et le bleu.

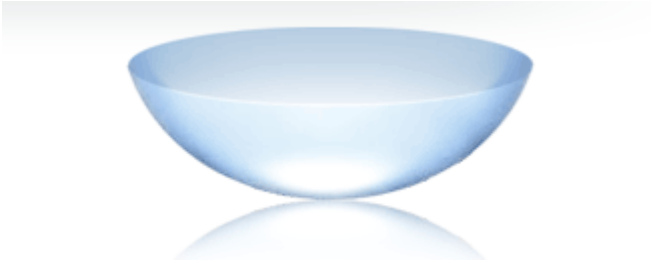


© Larousse

La **rétine** transforme l'image en courants électriques : l'influx nerveux.

Le **nerf optique** conduit cet influx nerveux au **cerveau**. C'est le **cerveau** qui interprète les images perçues par l'œil.

Si l'œil n'est pas parfaitement rond, on peut corriger sa géométrie par une lentille de contact posée sur la cornée.

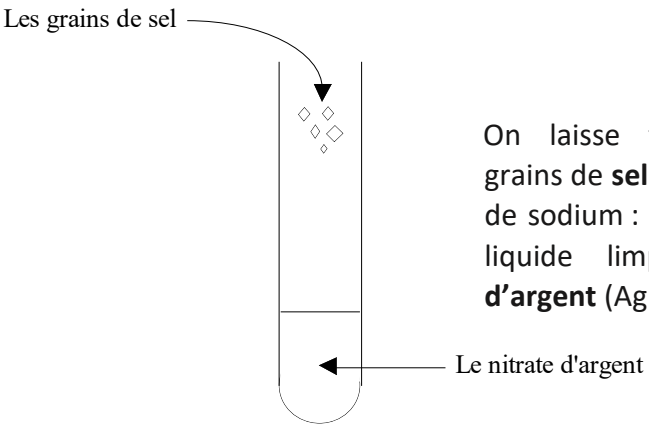


© http://www.grandoptical.com/

© http://www.bibamagazine.fr/

UN DETECTEUR DE LUMIERE PHOTOCHIMIQUE LE CHLORURE D'ARGENT

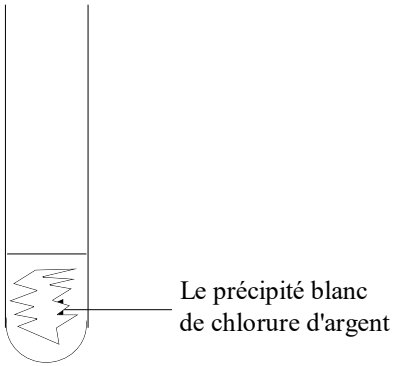
La préparation du chlorure d'argent :



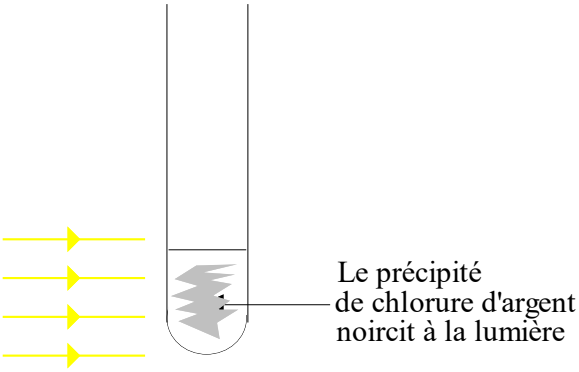
On laisse tomber quelques grains de **sel de table** (chlorure de sodium : Na^+ ; Cl^-) dans un liquide limpide, le **nitrate d'argent** (Ag^+ ; NO_3^-)

On obtient un **précipité** solide **blanc de chlorure d'argent** (Ag^+ ; Cl^-).

Ce sont des petites particules solides blanches qui flottent dans un liquide.



Le chlorure d'argent à la lumière :

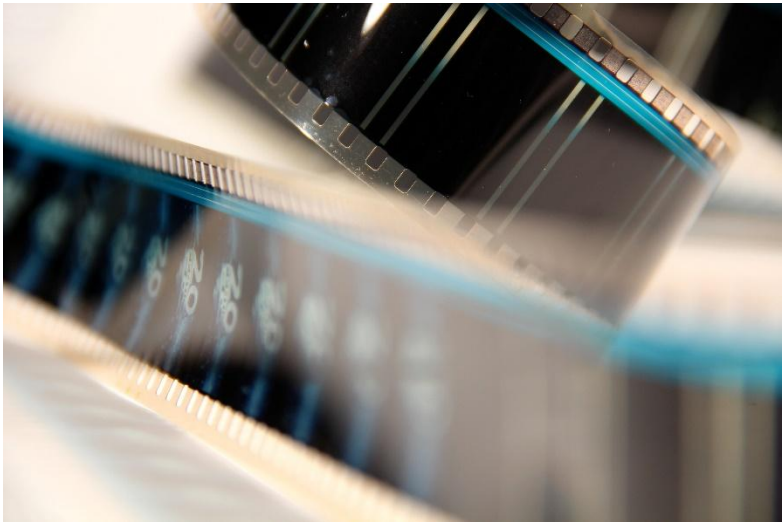


On expose le précipité blanc de chlorure d'argent à la lumière d'un projecteur.

Le précipité de chlorure d'argent noircit à la lumière.

L'utilisation des sels d'argent :

Les sels d'argent sont utilisés **en photographie** classique (argentique) car ils réagissent **à la lumière en noircissant** : ils sont photosensibles.



Une pellicule de cinéma argentique

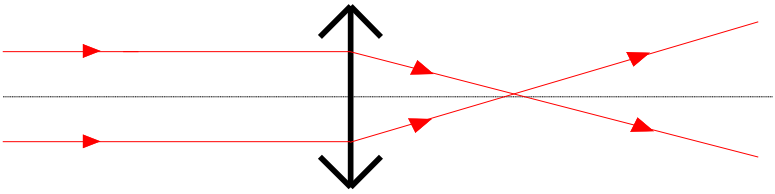
© http://upopi.ciclic.fr/sites/default/files/film_6642.jpg

LES LENTILLES

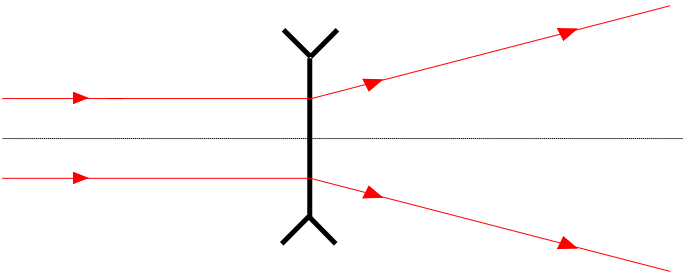
Reconnaître les lentilles :

Une **lentille** (« verre correcteur » chez un opticien) en verre ou en matière plastique (« verre organique ») dévie la lumière. Une au moins de ses surfaces n'est pas plane.

Les lentilles **convergentes** à bord mince et à centre épais rassemblent les rayons lumineux. (On les monte dans les lunettes des hypermétropes qui voient mal de près)

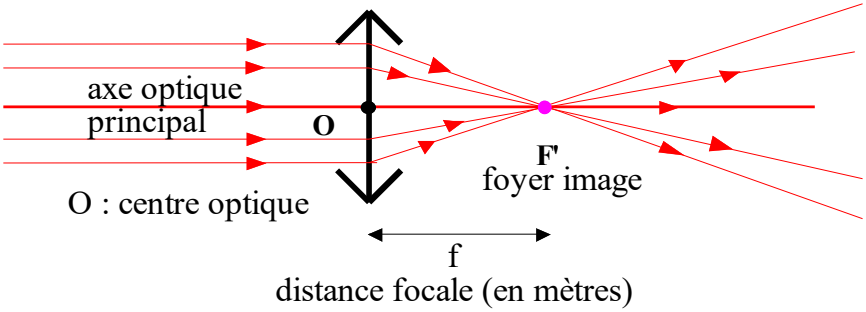


Les lentilles **divergentes** à bord épais et à centre mince écartent les rayons lumineux. (Elles permettent de fabriquer les lunettes des myopes qui voient mal de loin)



L'image d'un objet éloigné :

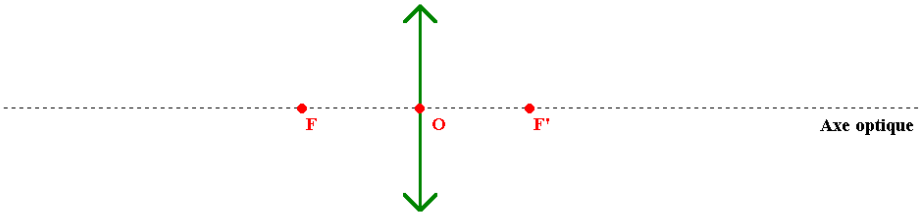
Expérience : former l'image du Soleil sur une feuille.
Comme le Soleil est une source de lumière étendue et lointaine, on peut considérer que ses rayons arrivent parallèles entre eux sur Terre.
Les rayons **incidents** parallèles arrivent sur la lentille.
Les rayons **émergents** déviés repartent de la lentille et se coupent au **foyer image** (**F'**).



La distance focale (f en mètres) c'est la distance séparant le foyer image (F') du centre optique (O).

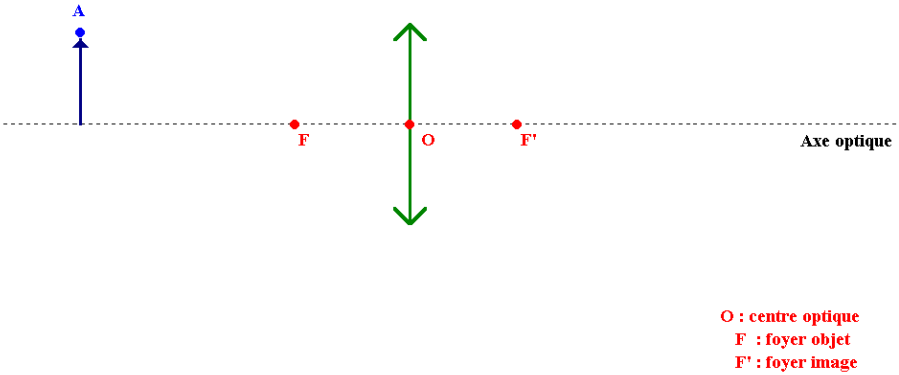
Les rayons lumineux sont concentrés au niveau du foyer image (F').

Construire l'image formée par une lentille convergente :

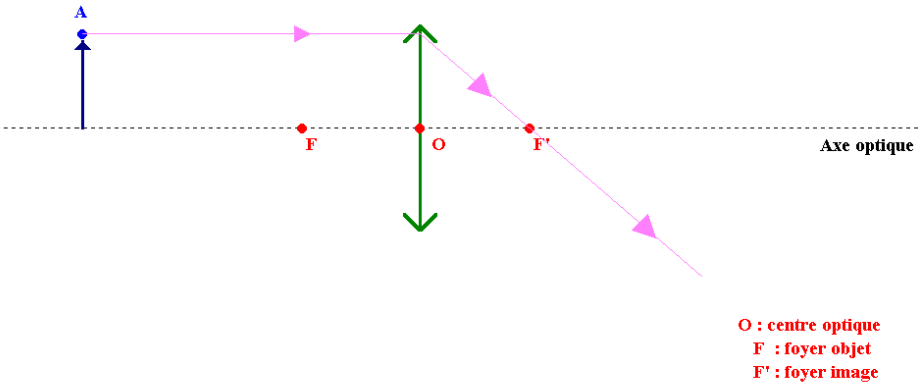


O : centre optique
F : foyer objet
F' : foyer image

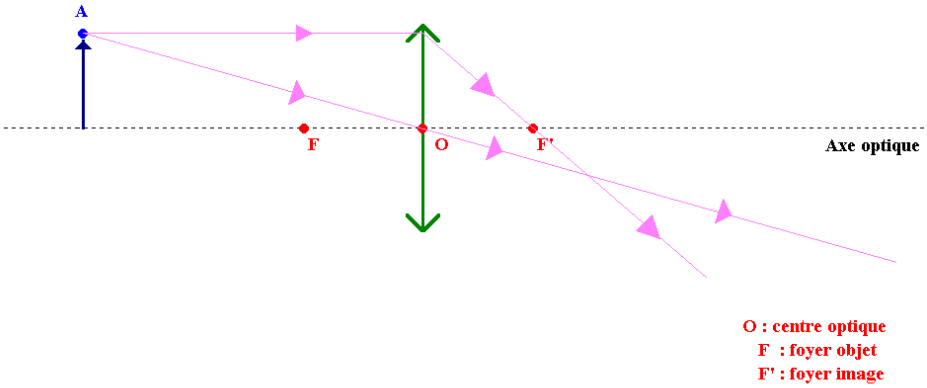
• Dessiner le symbole de la lentille. Placer le **centre optique** de la lentille (**O**) au milieu de ce symbole. **L'axe optique** est un segment de droite perpendiculaire au plan de la lentille et qui passe par le centre optique. Placer le **foyer objet** (**F**) et le **foyer image** (**F'**) symétriques par rapport au centre optique. La distance entre un foyer et le centre optique étant égale à la distance focale de la lentille.



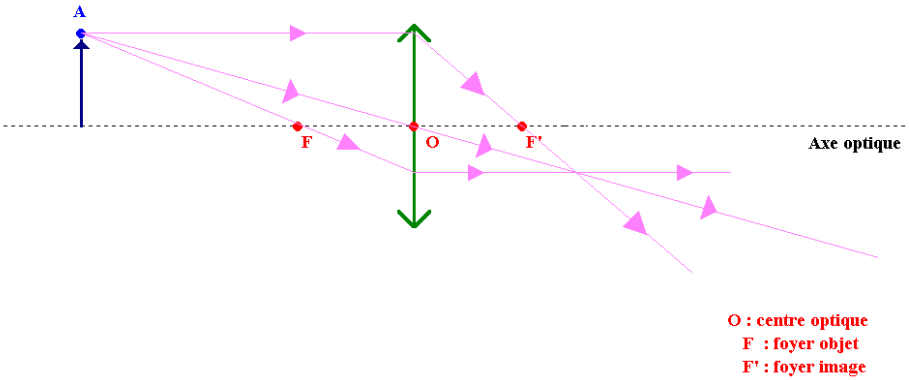
• Dessiner l'**objet**, par exemple ici une flèche orientée vers le haut. Nous étudierons l'image du point A.



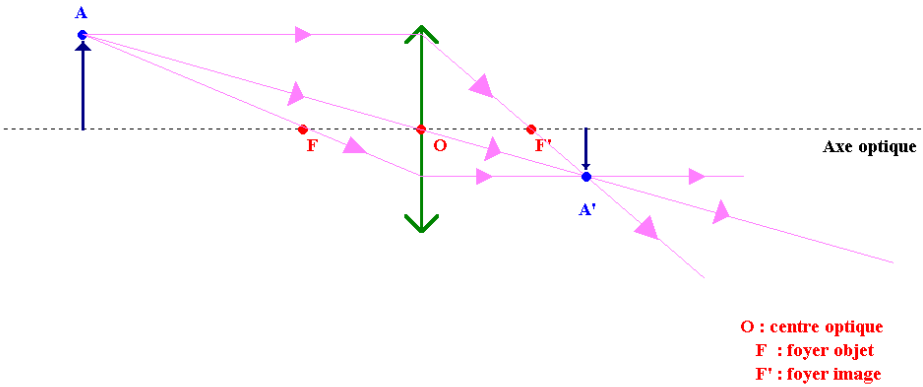
• Le premier rayon part de A. Il est **parallèle à l'axe optique**. Sortant de la lentille, il passe ensuite par le **foyer image** (**F'**).



• Le second rayon part de A et traverse la lentille au niveau du centre optique (O). Il n'est pas dévié et continue tout droit sa course.



• Le troisième rayon part toujours de A et passe par le foyer objet (F). Lorsqu'il ressort de la lentille, il est parallèle à l'axe optique.

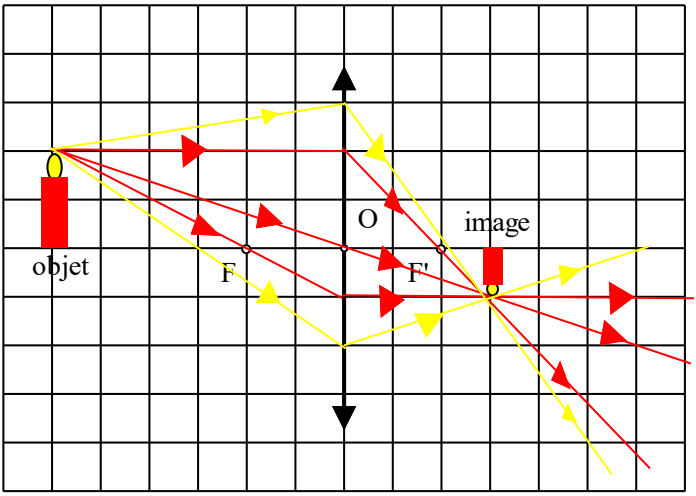


• Les trois rayons lumineux se coupent en un point A', qui est l'image de A. On peut donc tracer l'image de la flèche, en partant de l'axe optique et en arrêtant au point A'. Nous constatons sur cet exemple que l'image de l'objet est inversée haut/bas et est plus petite que l'original.

Former l'image d'une bougie :

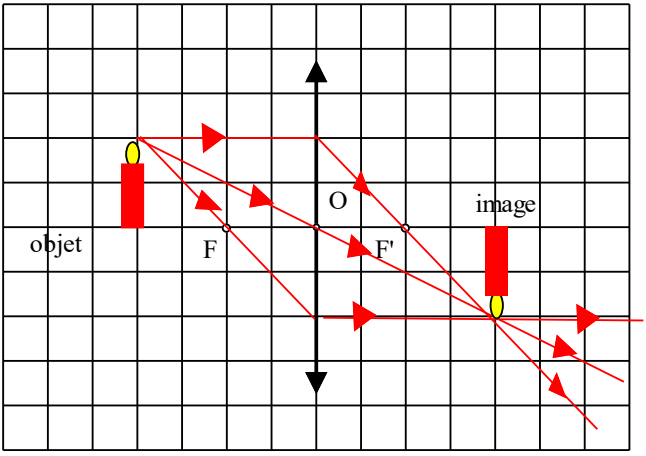
Une bougie sert de source de lumière. On déplace un cahier derrière la lentille pour recueillir l'image de la flamme.

Lorsqu'on est loin :



L'image est inversée. Elle est plus petite que l'objet.

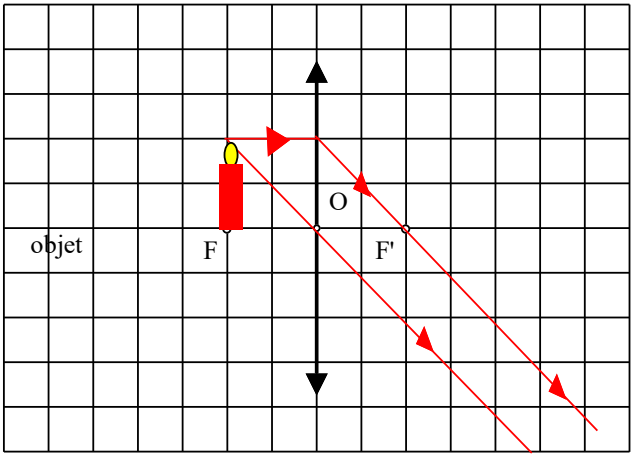
On se rapproche :



L'image se forme plus loin. Elle grandit.

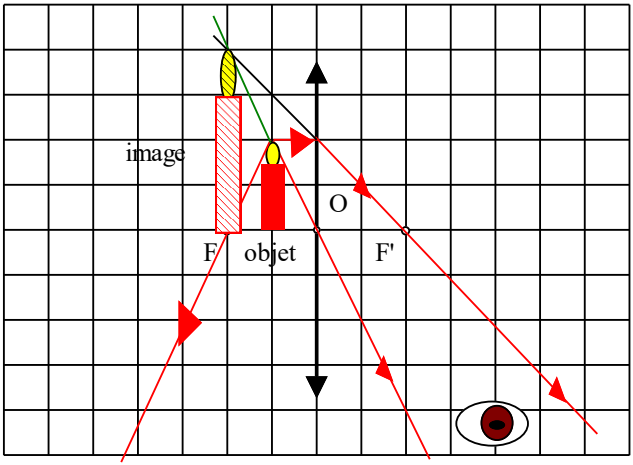
Lorsque l'objet se situe à 2 fois la distance focale du centre de la lentille, l'image est le symétrique de l'objet.

A la distance focale :



Les rayons ne se coupent plus car ils ressortent de la lentille parallèles entre eux. Plus d'image.

Si l'objet est très proche de la lentille :



Si on regarde à travers la lentille, on observe une image virtuelle agrandie et droite de l'objet : on utilise la lentille comme une loupe.

Classer les lentilles :

Expérience :

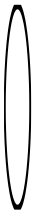
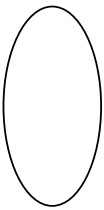
On utilise 3 lentilles : la 2, la 3 et la 4.

La boîte de quatre lentilles

© Pierron

Pour chaque lentille, former sur une feuille l'image du tube fluorescent. Mesurer la distance entre le centre de la lentille et l'image sur le cahier. Mesurer la taille de l'image formée. Relever la courbure de la lentille.

Lentille numéro :	Distance entre le centre de la lentille et l'image sur le cahier (distance focale en m)	Taille de l'image :	Courbure :
2	f_2 = 25 cm f_2 = 0,25m	10 cm	petite
3	f_3 = 10 cm f_3 = 0,1 m	4 cm	moyenne
4	f_4 = 5 cm f_4 = 0,05 m	2 cm	grande

	Lentille presque plate	**Lentille très bombée**
Courbure	Faible 	Forte 
Distance focale	grande	petite
Image	grande	petite
Distance de l'image	L'image se forme loin de la lentille	L'image se forme près de la lentille

Une lentille très bombée (petite distance focale) forme une petite image très proche.
Une lentille presque plate (grande distance focale) forme une grande image très loin.

Une lentille convergente montée en loupe
© http://presse-optique.com/

L'influence d'un diaphragme :

Un diaphragme est une ouverture plus ou moins grande qui permet de régler la quantité de lumière (comme la pupille de l'œil).

On promène le diaphragme sur la lentille. Quelle que soit sa position, l'image reste la même. Chaque région de la lentille permet de former l'image.

Si le diaphragme (trou) est plus grand, l'image est plus floue et plus lumineuse.

Les ouvertures du diaphragme du Samsung S9
© http://webstar-electro.com

Si le diaphragme (trou) est tout petit, l'image est plus nette, mais moins lumineuse.

Le diaphragme du Samsung S9
© Frandroid

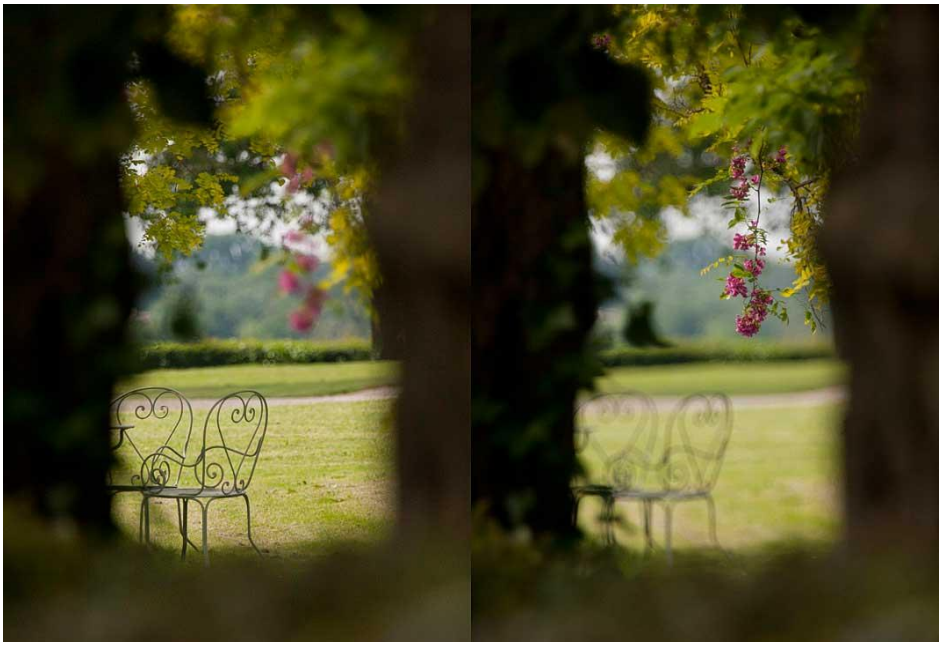
Dans un appareil photo ou un smartphone évolué (Samsung S9), le diaphragme permet de régler la quantité de lumière qui va impressionner le capteur photographique.

Lorsque le diaphragme est petit, tous les plans sont nets :

© https://lemag.nikonclub.fr/

L’image possède donc une grande profondeur de champ. Aussi bien le premier plan que le lointain sont nets.

Lorsque l'on ouvre en grand le diaphragme, on doit régler la mise au point en privilégiant un plan particulier. On peut donc isoler un objet, ou un personnage par rapport au reste de l'image. C'est l'effet bokeh.



© https://www.comment-photographier.com

A gauche la mise au point s'effectue sur les chaises ; le premier plan ainsi que l'arrière-plan sont flous.
A droite, la mise au point permet d'isoler les fleurs au premier plan ; tout le reste de l'image est flou.

L’effet de bokeh permet d’isoler un portrait sur un fond flou :

© http://www.bhmpics.com

Un diaphragme grand ouvert permet de mettre l'accent sur un détail minuscule, tel qu'un insecte sur une fleur en l'isolant devant un décor flou en arrière-plan : :

© https://www.grainedephotographe.com

L’effet de bokeh peut être optique : c’est l’objectif de l’appareil photographique qui permet de l’obtenir.

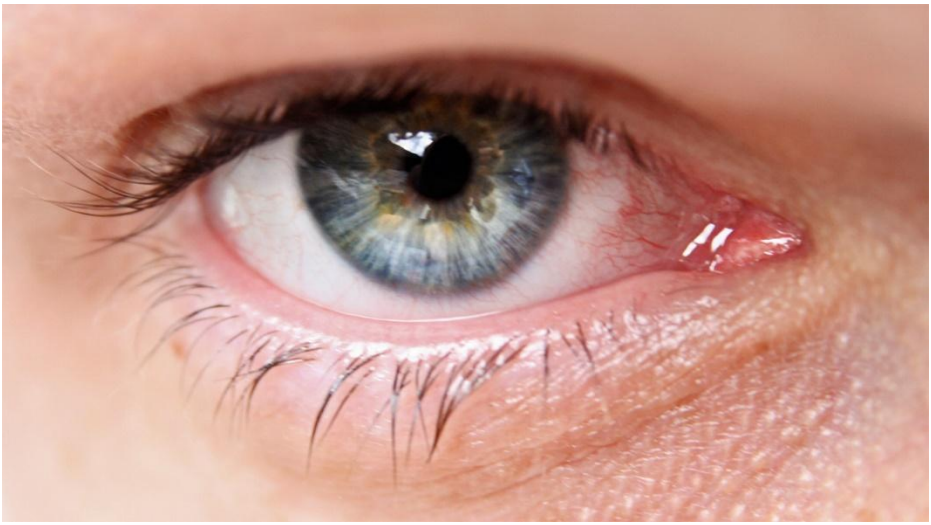
L’effet de bokeh peut être numérique : c’est le processeur du smartphone qui rend flou l’arrière-plan. Le découpage du portrait peut être plus imprécis et aléatoire.

L’effet bokeh d’un smartphone.
© https://belgium-iphone.lesoir.be

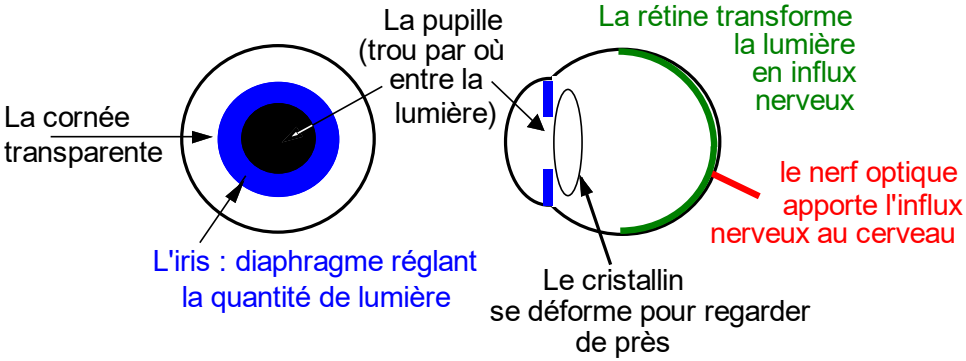
A gauche un effet de bokeh optique (Canon 5D).
A droite le détourage artificiel d'un smartphone ; les poils de la barbe sont « coupés » nets.
© https://www.cnetfrance.fr

LA VISION

L'anatomie de l'œil :

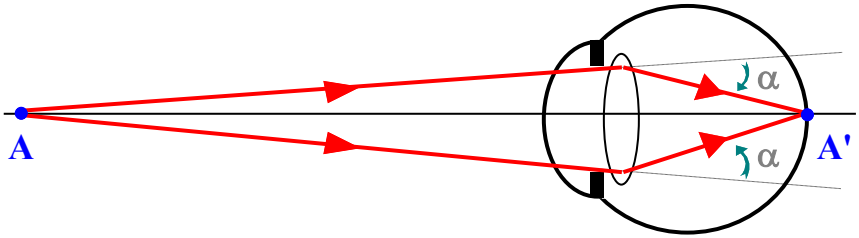


© http://west.mouton-rebelle.com/uploads/west/orig/2753.jpg

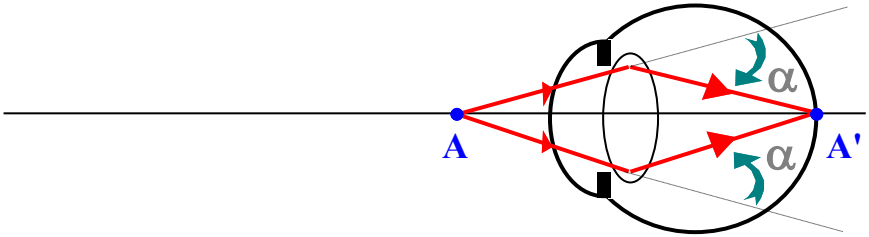


L'accommodation :

Pour regarder un objet proche, le cristallin se déforme : c'est l'**accommodation**.



La vision d'un **objet lointain** : le cristallin est au repos.

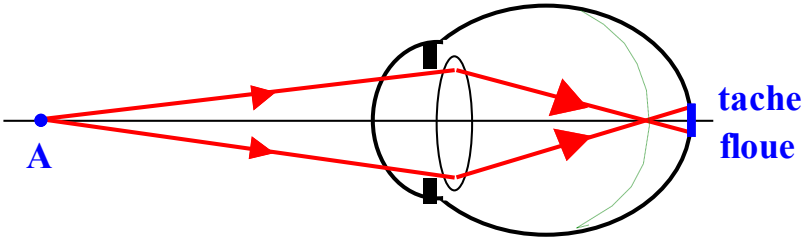


La vision d'un **objet proche** : le cristallin se déforme.

Les défauts de l'œil :

Voici la photographie originale que l'on utilisera pour se rendre compte des défauts de la vision.

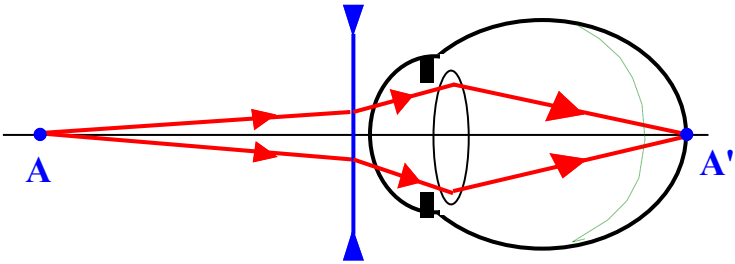
• **Le myope** a un œil trop long. Il **voit mal de loin** :



Un œil myope non corrigé.

L'œil myope est trop long : les rayons se croisent en avant de la rétine et se séparent de nouveau ensuite. Comme la rétine est trop loin du cristallin, l'image d'un point net éloigné est une tache floue.

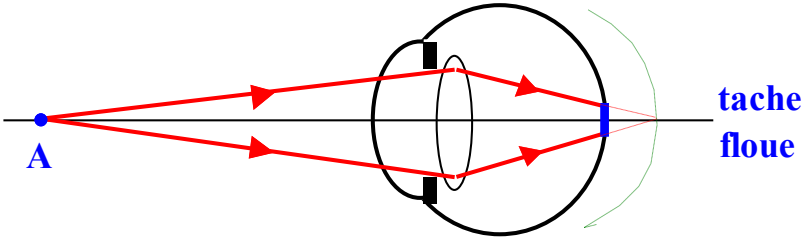
Ce que voit un œil myope non corrigé.



Un oeil myope corrigé par une lentille divergente.

On dispose devant l'œil une lentille **divergente** (épaisse au bord, fine au centre) pour écarter davantage les rayons lumineux avant l'œil, et corriger ce défaut.

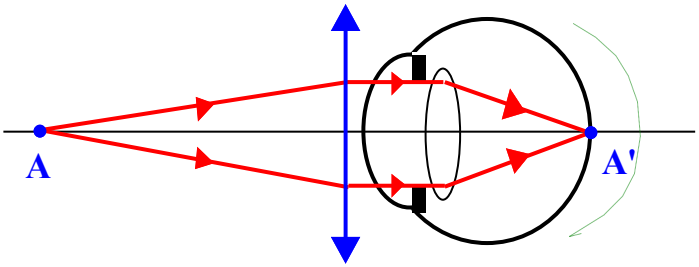
• L'**hypermétrope** a un œil trop court. Il **voit mal de près** :



Un œil hypermétrope non corrigé.

L'œil hypermétrope est trop court : les rayons se croiseraient derrière la rétine. Comme la rétine est trop proche du cristallin, l'image d'un point net proche est une tache floue.

Ce que voit un œil hypermétrope non corrigé.



Un œil hypermétrope corrigé par une lentille convergente.

On dispose devant l'œil une lentille **convergente** (épaisse au centre, fine sur les bord) pour concentrer davantage les rayons lumineux avant l'œil, et corriger ce défaut.

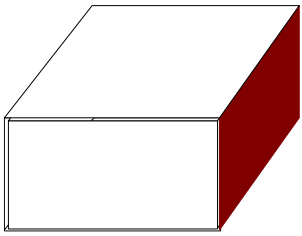
• Une personne **astigmate** possède une vision correcte dans un sens (horizontal ou vertical), mais une vision floue dans l'autre sens (vertical ou horizontal), à 90 degrés.

• La **presbytie** survient vers 40 – 50 ans : le cristallin devient moins déformable. On a de plus en plus de mal à voir nettement les objets proches (journal, livre…). Il faut porter les mêmes lunettes que les hypermétropes, à verres convergents.

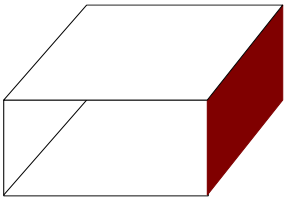
LA CHAMBRE NOIRE

Fabriquer une chambre noire

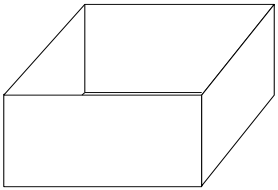
Prenez une grosse boîte d'allumettes.



Séparez le grattoir du tiroir.



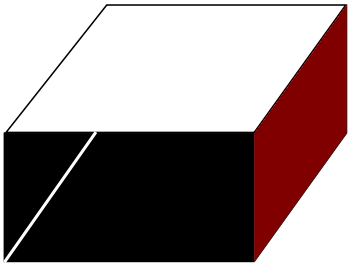
Grattoir



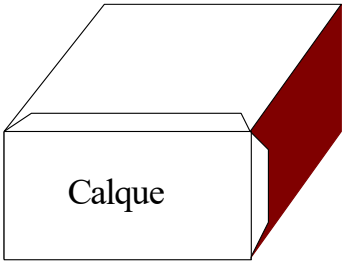
Tiroir

Peignez l'intérieur du grattoir en noir.

Ecrivez votre nom sur le grattoir.

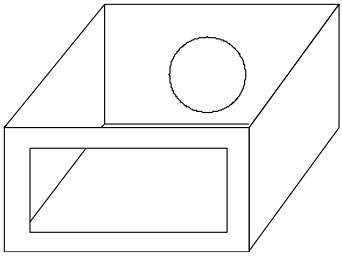


Collez une feuille de papier calque sur le devant du grattoir.

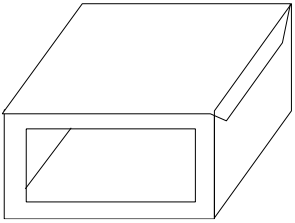


Découpez une fenêtre (à 5 mm du bord) sur le devant du tiroir.

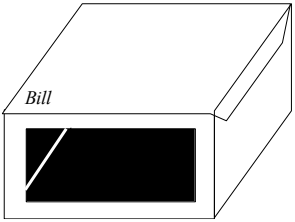
Percez un trou de 2 cm de diamètre au fond du tiroir.



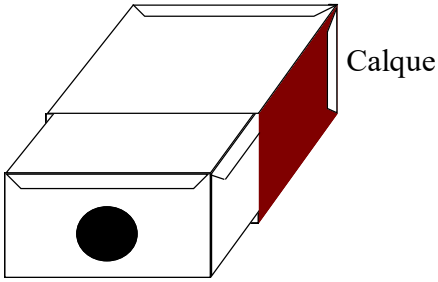
Fermez le haut du tiroir avec un papier.



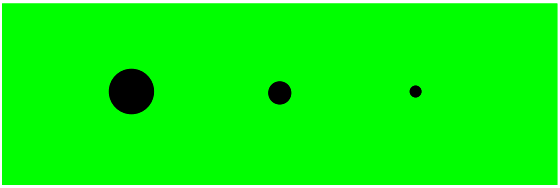
Peignez en noir l'intérieur du tiroir. Ecrivez votre nom sur le tiroir.



Emboîtez le tiroir dans le grattoir.
(la fenêtre du côté du calque et le trou à l'extérieur)
Le tiroir doit coulisser sans effort.



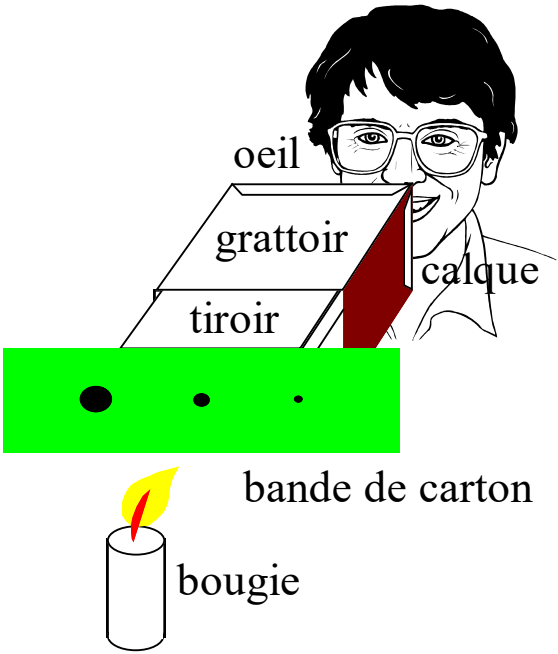
Dans une bande de carton de 24 cm x 5 cm percez trois trous : un très petit avec la pointe d'un compas, un de 2 mm et un de 5 mm.



Dans le noir, visez une source de lumière.
(une bougie, une ampoule ou la fenêtre par exemple)

L'image de la bougie ou de la fenêtre se forme sur le calque.

Regardez le calque à une distance de 40 cm à 50 cm.

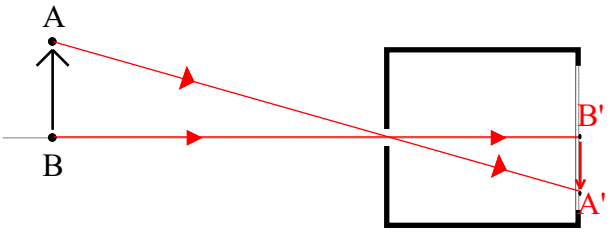


L'utilisation de la chambre noire

Le trou par lequel passent les rayons lumineux s'appelle le **diaphragme.**

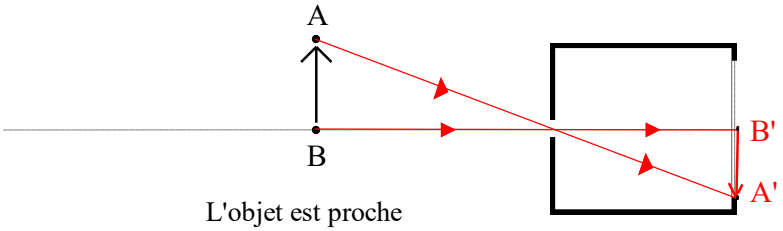
Former l'image d'une bougie avec la chambre noire :

La bougie sera représentée par une flèche AB.
Tracer le rayon lumineux partant du point A, passant par le diaphragme. Dessiner l'image de A sur le calque : le point A'. Effectuez le même travail pour le point B. Tracez l'image de la flèche.

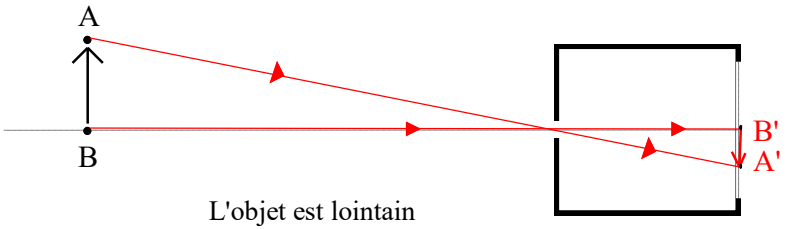


Comme les rayons lumineux se croisent au niveau du **diaphragme**, l'image se forme, **inversée,** sur le calque.

On fait varier la distance de l'objet au diaphragme :



L'objet est proche

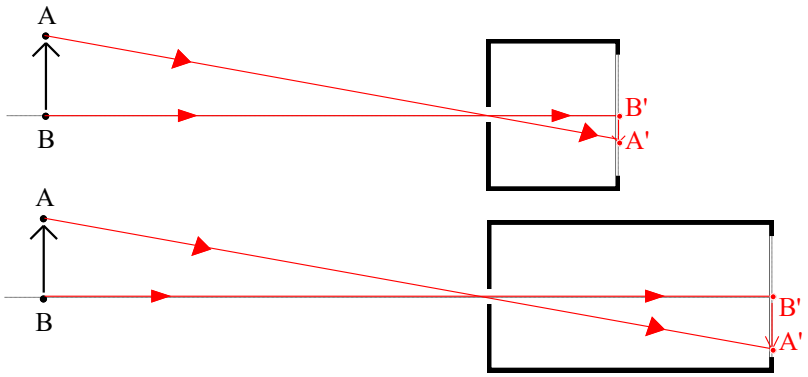


L'objet est lointain

Effectuer le même travail qu'au paragraphe précédent pour l'objet proche, puis l'objet lointain.

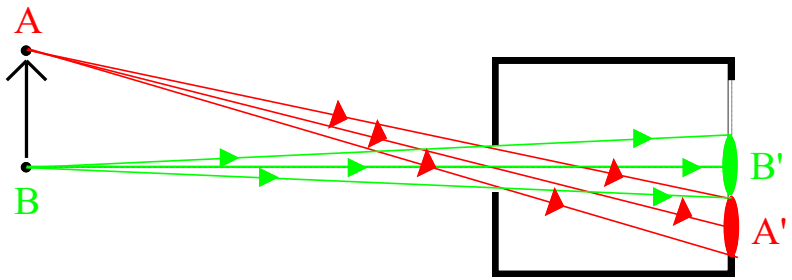
L'image est **inversée par rapport à l'objet**. Lorsque l'objet s'éloigne du **diaphragme**, la taille de son image **diminue**.

On fait varier la taille de la chambre noire :



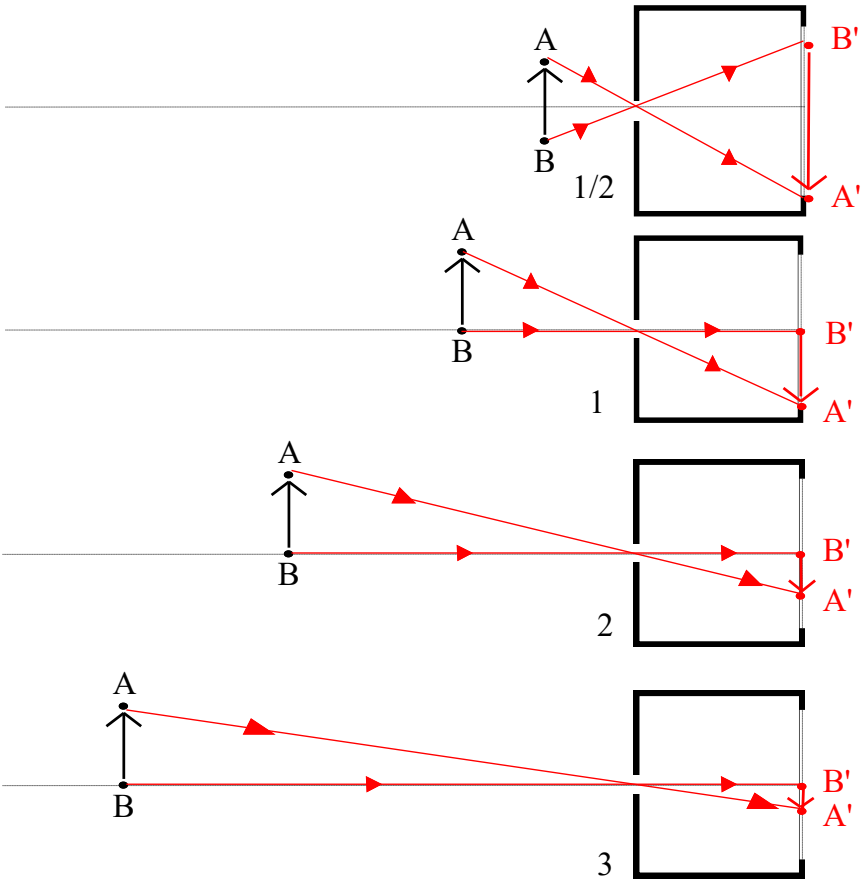
Lorsque la taille de la chambre noire augmente, la taille de l'image **augmente aussi**.

On utilise un diaphragme de grand diamètre :



Lorsque la chambre noire est dotée d'un **grand diaphragme**, **l'image** devient **plus lumineuse, mais floue.** L'image d'un point net devient une tache floue.

Études de cas particuliers :



Lorsque la **distance** entre le diaphragme et l'objet est égale à **la moitié** de la **profondeur de la chambre noire**, **l'image** est **deux fois plus grande** que l'objet.

Si la **distance** de l'image au diaphragme est **la même** que la **profondeur de la chambre noire**, **l'image** possède **la même taille** que l'objet.

A **deux fois la profondeur** de la chambre noire, **l'image** est **deux fois plus petite** que l'objet.

A **trois fois la profondeur** de la chambre noire, la taille de **l'image** est **trois fois plus petite** que l'objet…

LES ONDES ELECTROMAGNETIQUES

La nature de la lumière :

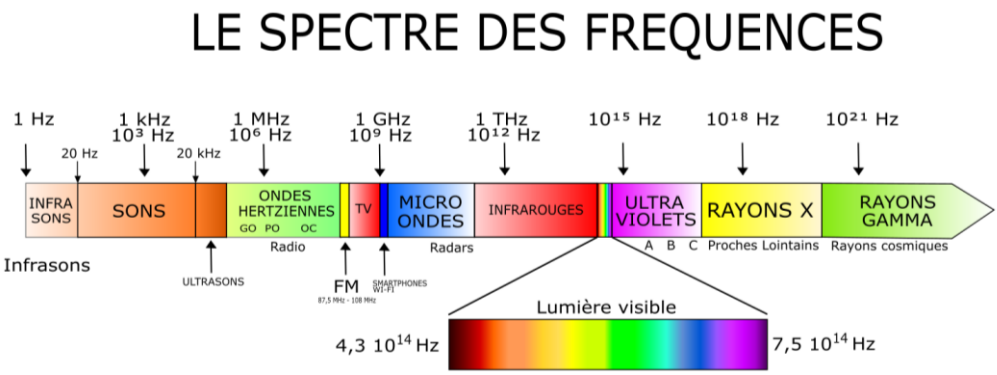
La lumière a une double nature :

- Elle est formée de **particules d'énergie** sans masse, appelées **photons** *(photos : la lumière ; on : particule).*
- C'est aussi une **onde électromagnétique** qui se déplace très bien dans le vide et moins bien dans la matière (air, eau, verre)

La lumière voyage dans le vide, sans support matériel.

Le panorama des ondes électromagnétiques :

L'espace et l'atmosphère sont parcourus par de nombreuses **ondes électromagnétiques** naturelles (rayons gamma, X, lumière visible du Soleil) et provenant de sources artificielles (ondes radio, de télévision, de téléphonie mobile).



Les ondes qui vibrent le plus « lentement » (fréquences faibles) sont les **ondes radio**, découvertes à la fin du XIX° siècle par M. Hertz. En son honneur, l'unité de fréquence a été appelée le hertz (1 Hz = une vibration par seconde).

Les ondes de hautes fréquences sont utilisées pour la **télévision hertzienne terrestre**.

Les **téléphones portables**, les **radars**, les fours à micro-ondes et les **satellites** utilisent des ondes qui vibrent encore plus « vite » : les microondes.

Un radar militaire
© Wikipedia

Viennent ensuite les **couleurs visibles** encadrées :
- avant, par les **infrarouges** qui transportent beaucoup de chaleur.
- après, par les **ultraviolets** qui font bronzer ou brûler la peau.

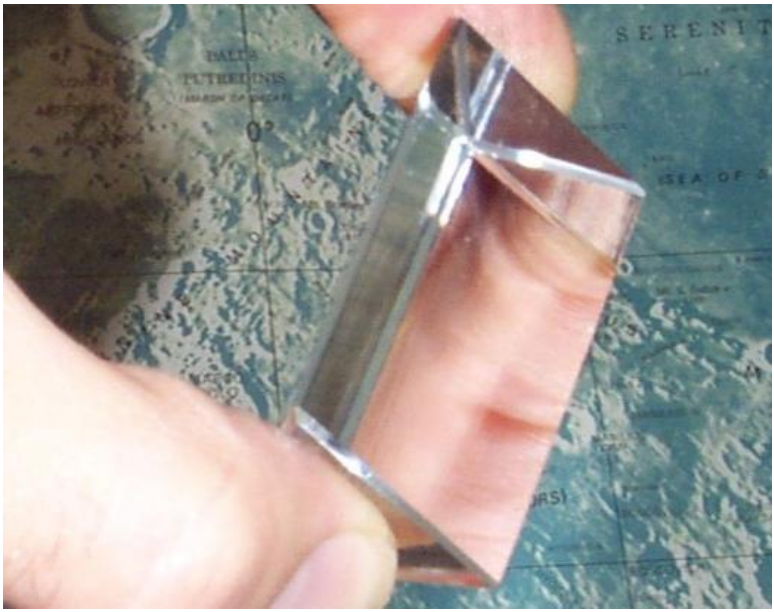
Les **rayons X**, découverts en 1895 par **Wilhelm Conrad Röntgen**, traversent les organes mous du corps et ne sont arrêtés que par les os et les dents. La **radiographie**, le « scanner » les utilisent pour visualiser nos organes internes.

Une radiographie aux rayons X du bassin.
© http://online-media.uni-marburg.de/

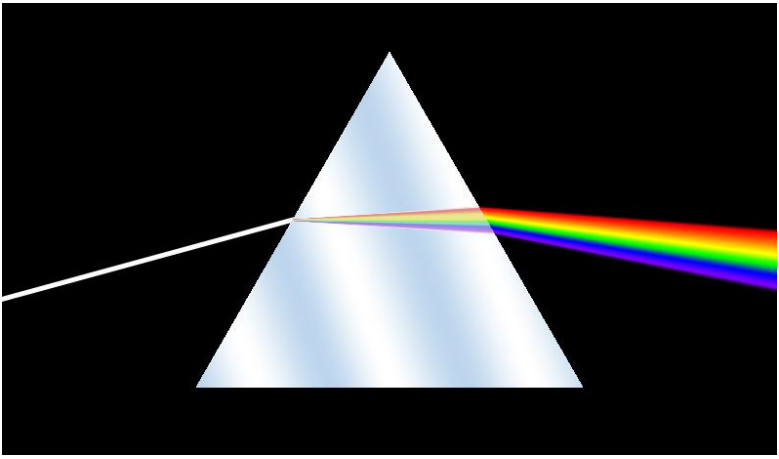
Les **rayons gamma (γ)**, de très grande énergie, sont produits par de nombreuses étoiles lointaines.

Des sources de rayons gamma dans les galaxies.
© Nasa.

La décomposition de la lumière blanche :

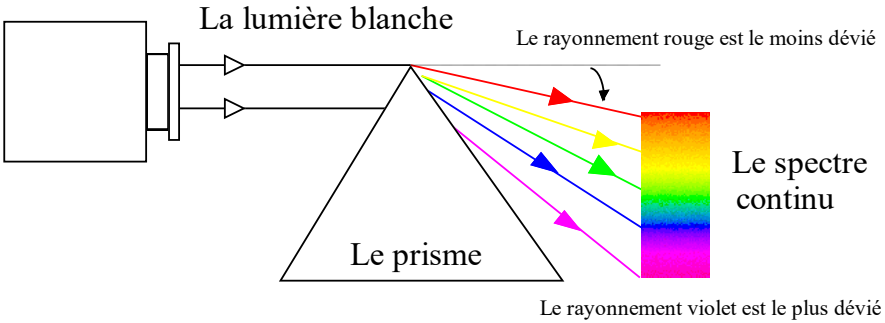


Un prisme
© www.sjefs.net/ ~huldra/i/0006/.

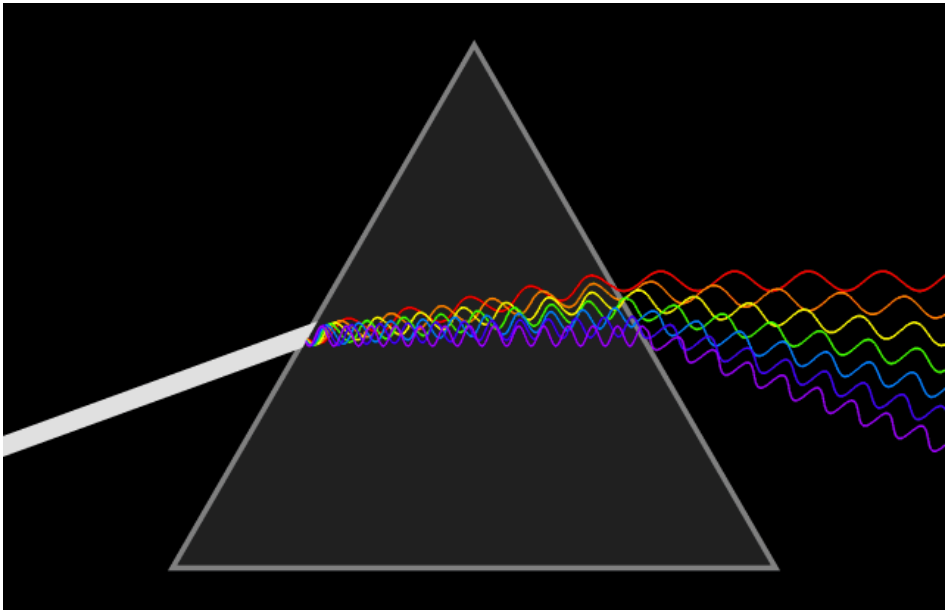


Le dessin de la décomposition de la lumière blanche par un prisme.
© http://commons.wikimedia.org

La lumière blanche est décomposée par un **prisme de verre.** On obtient un **dégradé** composé d'**une infinité de couleurs** allant du rouge au violet. C'est un **spectre continu** : il y a passage progressif du rouge au violet en passant par la couleur orange, le jaune, le vert, le bleu, sans séparation, ni limite, ni transition brutale.

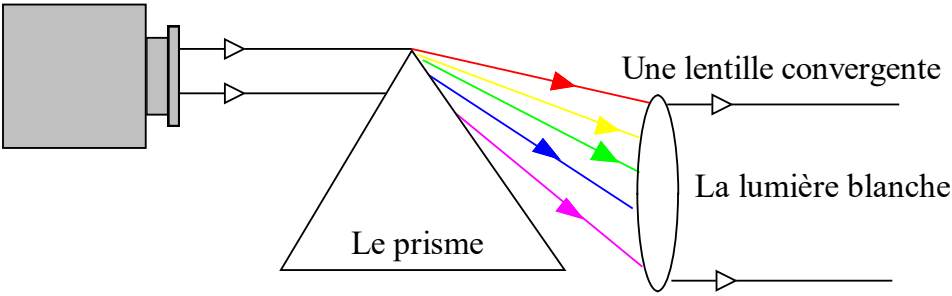


Les rayonnements de faible fréquence (proches du rouge) sont peu déviés. Ceux de forte fréquence (proches du violet) sont beaucoup plus déviés.



© http://en.wikipedia.org/

La recomposition de la lumière blanche :



Une lentille convergente mélange à nouveau toutes les couleurs du spectre continu. On obtient alors la lumière blanche de départ.

Les différents types de spectres :

- Voici un spectre **continu** :

Il rassemble toutes les couleurs du rouge au violet. Toutes les fréquences des rayonnements visibles sont présentes.

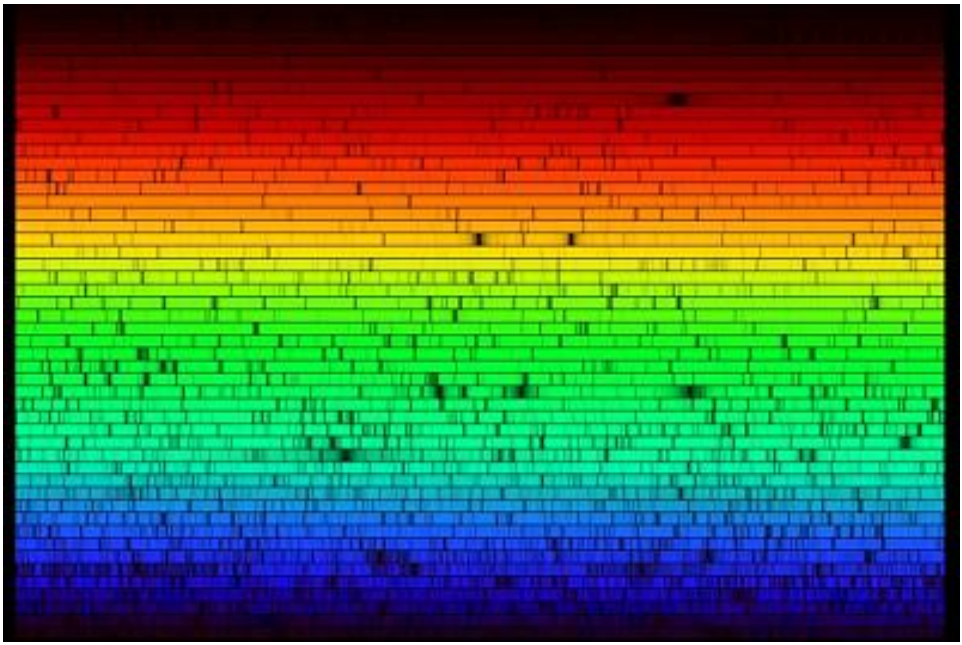
• Nous recevons des étoiles (comme le Soleil) un spectre **incomplet**.

En effet, le spectre des étoiles dépend :

- de leur température,
- de leur constitution chimique,

En plus, certaines couleurs sont absorbées par :

- les couches externes de l'étoile,
- leur atmosphère,
- l'atmosphère de la Terre.



Le spectre du Soleil.
© NASA

• Un tube fluorescent (lampe à économie d'énergie), une lampe à vapeur de mercure ou de sodium (éclairage urbain) émettent un **spectre de raies** qui ne contient que **quelques couleurs** :

Seules certaines fréquences sont présentes. Mais comme elles sont à peu près régulièrement réparties dans le spectre visible, notre œil pense voir de la lumière blanche, comme si le spectre était continu.

Les couleurs ne faisant pas partie du spectre visible :

A part les couleurs visibles, il existe aussi deux types de lumière invisible : les **infrarouges** (I.R.) et les **ultraviolets** (U.V.).

Les infrarouges (I.R.).

Leur fréquence est inférieure à celle de la lumière rouge. Ils transportent de la chaleur.

Ce sont les infrarouges émis par les **braises** incandescentes qui rôtissent les aliments :

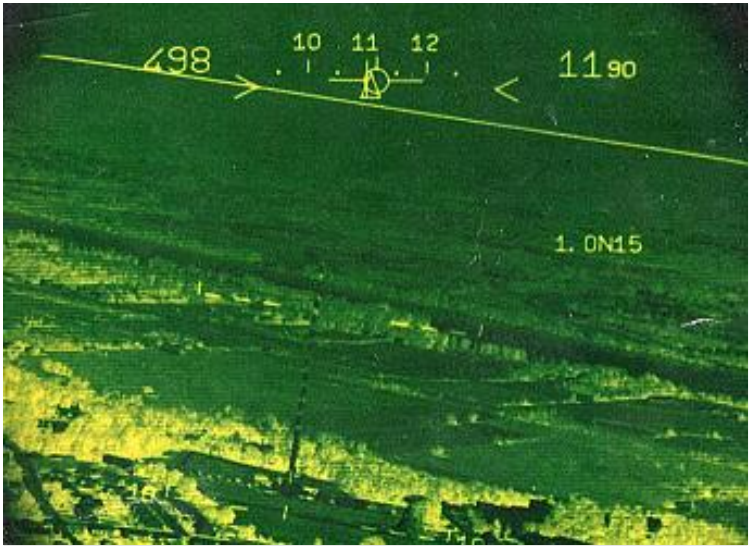
Un barbecue utilisant du charbon de bois.
© http://www.karamelli.com/kuvin/data/rilli.jpg

La **résistance** d'un grille-pain ou d'un barbecue électrique émet aussi une grande quantité d'infrarouges qui grillent les aliments à distance, sans contact.

La résistance d'un grill électrique
© Darty

Les objets qui dégagent de la **chaleur** rayonnent aussi des **infrarouges**, invisibles à l'œil nu, mais repérables, même de nuit par des caméras infrarouges. Les militaires utilisent des caméras infrarouges pour s'assurer une **vision nocturne** :

Un paysage, de jour, pris par un avion F16 américain.
© Science et Vie.



Le même paysage, de nuit, vu par la caméra infrarouge.
© Science et Vie.

C’est grâce à une caméra infrarouge que l’on peut faire un **diagnostic de l’isolation** de votre maison par **thermographie** :

La thermographie d’une maison.
La fenêtre et la porte (ici en rouge et jaune) perdent beaucoup de chaleur.
http://baloon-photo.com/

C'est la **DEL infrarouge** de votre télécommande qui envoie vos ordres au téléviseur.

Une télécommande universelle
© http://www.p4c.philips.com/

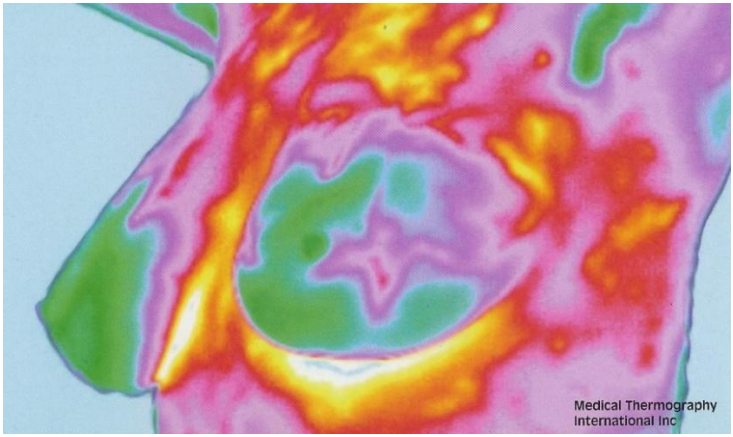
La DEL infrarouge

Le circuit imprimé de la télécommande d'un téléviseur.

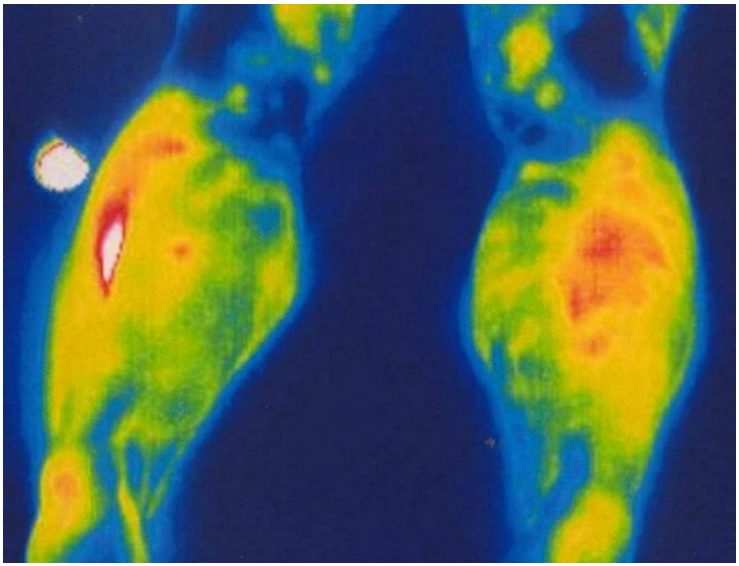
Des **capteurs** reçoivent les rayons **infrarouges** émis par notre corps pour détecter notre **présence**. Ils servent à compter les entrées dans un musée, pour mesurer l'affluence du public. A ouvrir les portes coulissantes du supermarché devant notre caddie. A déclencher une **alarme** quand un édifice est sous surveillance électronique.

Une centrale d'alarme domestique et deux capteurs infrarouges.
© http://www.conrad.fr/

En médecine, la **thermographie**, en relevant les différences de température à la surface du corps, permet de diagnostiquer des cancers, une mauvaise circulation sanguine, des inflammations locales…



Une thermographie mammaire.
© http://www.ottawaalternativehealthcare.com/thermogram1.jpg

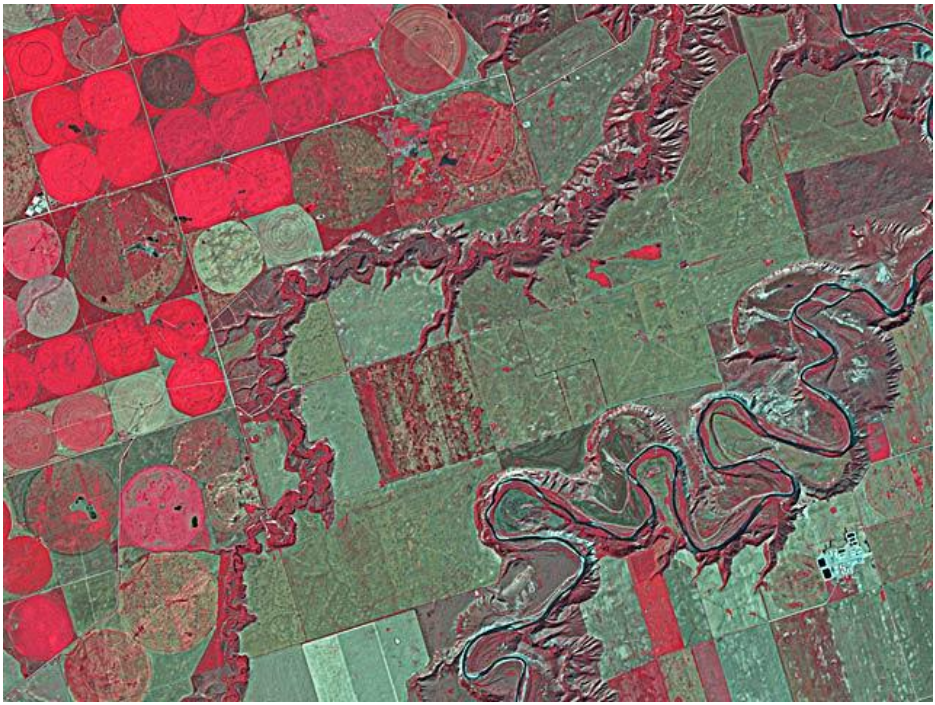


Une thermographie des mollets.
© http://www.litscher.info/images/meridian.jpg

Dans les hôpitaux le **thermomètre auriculaire** (à placer dans l'oreille) à infrarouges remplace le thermomètre à mercure. Il donne la température en mesurant la quantité d'infrarouges qui est diffusée par le corps.

Un thermomètre auriculaire.
© http://i2.cdscdn.com/

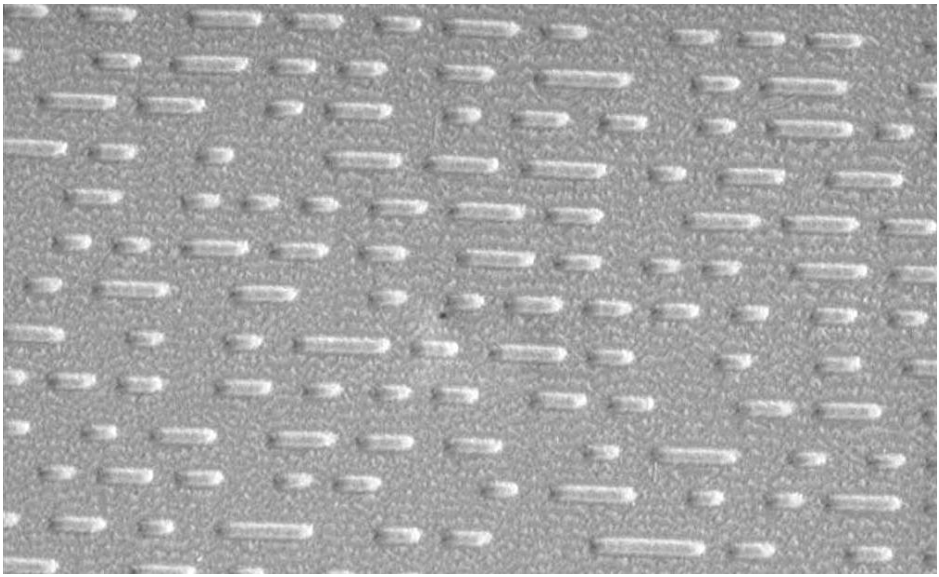
Les radiations émises par les cultures et captées par les **satellites** renseignent les agriculteurs et les chercheurs sur la maturation et la bonne irrigation des cultures.



Des champs au Canada.

© http://www.spotimage.fr

C’est une **DEL laser infrarouge** qui lit les informations contenues sur la surface argentée des **disques compacts musicaux** et **cédéroms**.



Les micro cuvettes (taille moins d’un micromètre) de la surface d’un cédérom.
© Philips.

Dans le cas du DVD Blu-ray, la diode émet un rayonnement bleu-violet.

Les ultra-violets (U.V.)

Leur fréquence est supérieure à celle de la lumière violette. Les U. V. A font bronzer, les U. V. B provoquent des cancers. Ils sont en partie filtrés par la couche d'ozone de l'atmosphère.

Les billets actuels possèdent de nombreux dispositifs anti-contrefaçon. Certains motifs ne sont visibles et ne deviennent fluorescents que lorsque le billet est éclairé par des rayons ultraviolets.

Une lampe à UV : détecteur de faux billets
© http://www.ctms.fr/FR/Images/Fidu-M-Bill-Bleu.gif

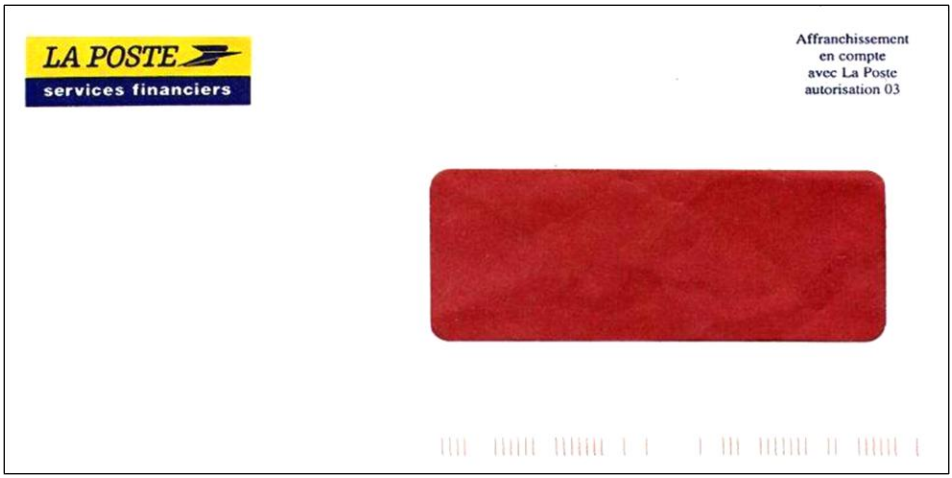
Les solariums proposent des séances d'ultraviolets pour rester bronzé(e) toute l'année.

Une séance d'UV dans un solarium.
© http://www.jurop.cz/obrazky/obrazkyso5.jpg

Bien que la peau nécessite une dose minimum d'ultraviolets pour rester en bonne santé, il faut la protéger d'un excès de soleil. En effet, une trop grande quantité d'ultraviolets (UV A, B et C) provoque des brûlures (coups de soleil), un vieillissement prématuré de la peau et à long terme un risque accru de cancers.

Un habit, de la crème solaire de fort indice de protection passée régulièrement permet de rester un peu plus longtemps sur la plage. Evitez les heures les plus chaudes, mettez-vous à l'ombre. Le recours à des séances d'UV est une coquetterie qui risque à long terme de gravement écorner votre « capital soleil » …

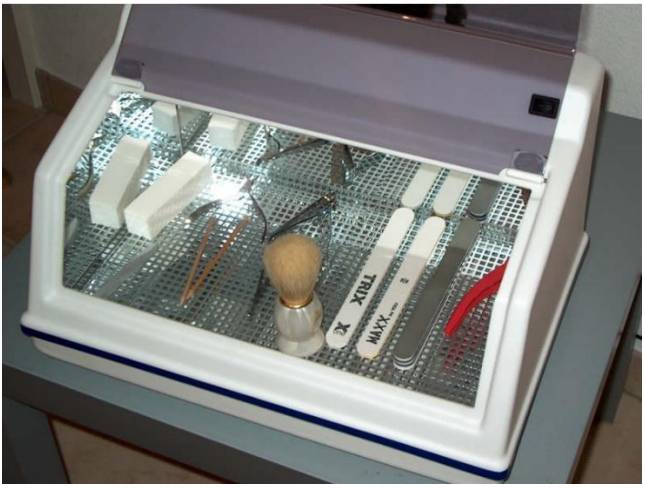
Certains timbres et enveloppes portent des marques imprimées à l'encre visible en ultraviolets pour que les machines automatiques détectent leur **affranchissement**. De même, le **tri du courrier** est assuré par des systèmes informatisés qui lisent le **code postal** de destinations grâce des **codes-barres** qui deviennent **fluorescents** en lumière ultraviolette.



Le code barre (en rose fluorescent) au bas d'une enveloppe.
© La Poste

Le code postal est lu automatiquement par les machines de tri, grâce au code barre visible en ultraviolets imprimé au bas de l'enveloppe.

Les ultraviolets tuent les microbes ; on les utilise pour la **désinfection** des **matériels médicaux** ou **d'hygiène corporelle**, dans les **stérilisateurs**.



Un stérilisateur de matériel chez un coiffeur.
© http://www.ongliance.ch/

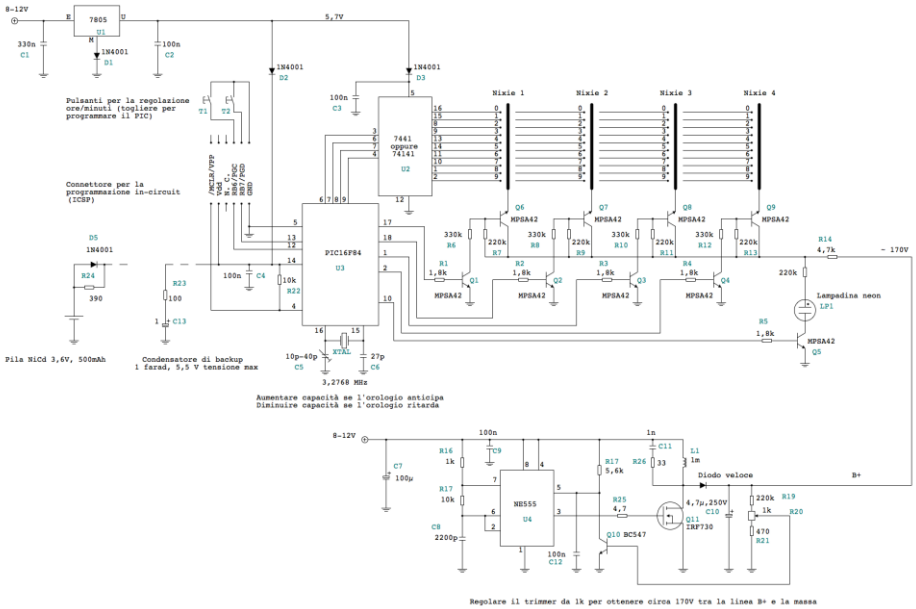
En aquarium, les **algues** et les **bactéries** sont détruites par les ultraviolets générés par les **stérilisateurs** d'eau.

Un stérilisateur d'eau pour aquarium.
© UGAP.

Dans les magasins d'alimentation, on utilise des **lampes à ultraviolets** pour attirer les **insectes** et les tuer, avant qu'ils ne contaminent la nourriture par les microbes qu'ils transportent.

Un destructeur d'insectes.
© La Redoute.

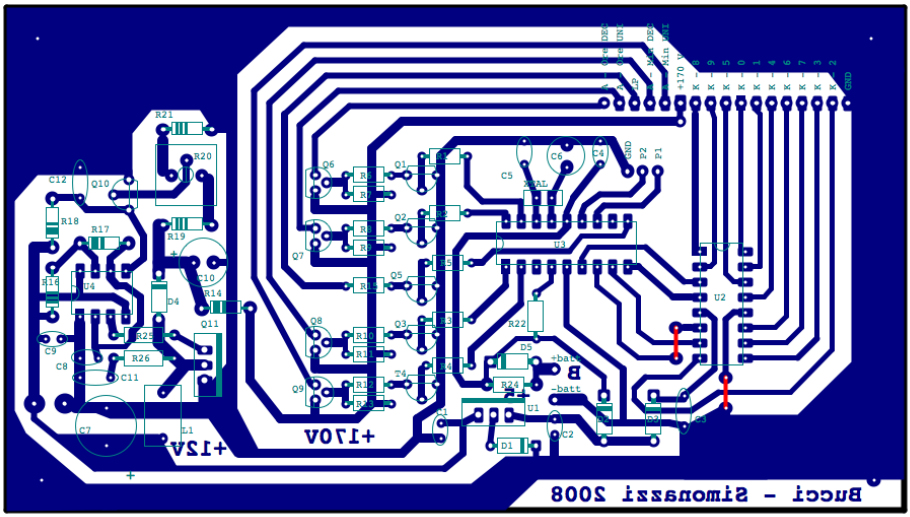
Les ultraviolets permettent la **gravure photographique** en série des **circuits imprimés** utilisés en électronique.



Le schéma électrique.

© Bucci Simonazzi

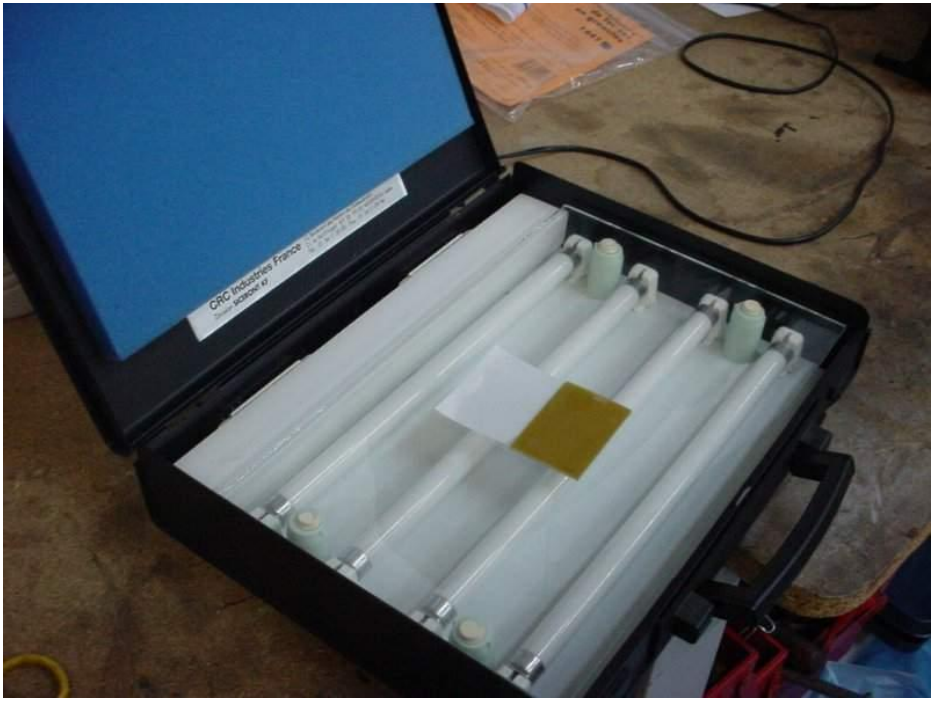
A partir d'un schéma électronique, un programme informatique dessine sur un transparent le tracé des pistes conductrices : c'est le typon.



Le typon.
© Bucci Simonazzi

Le circuit imprimé est formé d'un côté de matière plastique renforcée (bakélite ou verre époxy) et de l'autre d'une épaisseur de cuivre conducteur recouverte d'un vernis sensible aux rayons ultraviolets.

On place le typon sur le circuit imprimé vierge, côté vernis photosensible, dans une insoleuse.

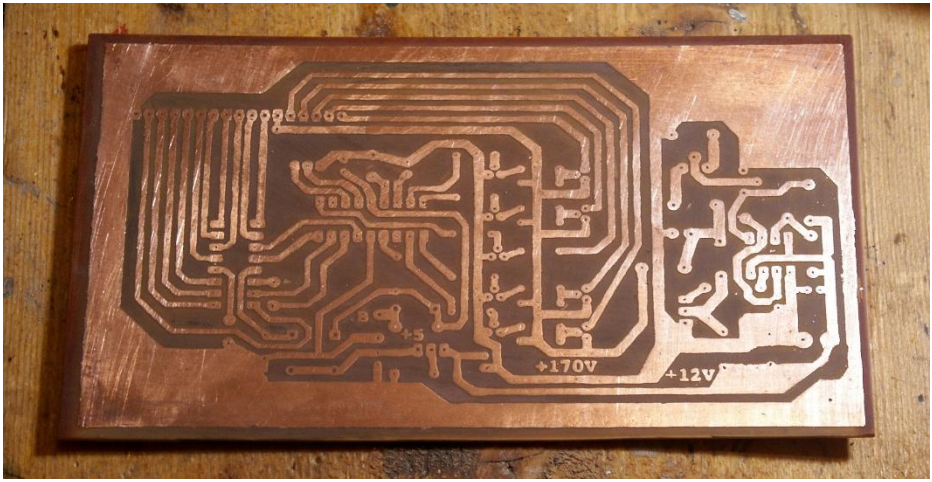


Une insoleuse.
© http://nimoweb.free.fr

Les rayons ultraviolets modifient la couche photosensible aux endroits non protégés par le tracé du typon. Il ne reste plus qu'à ôter chimiquement le vernis décomposé par les ultraviolets. C'est la révélation. Le cuivre du circuit imprimé est maintenant recouvert de vernis uniquement aux endroits correspondant au tracé du typon.

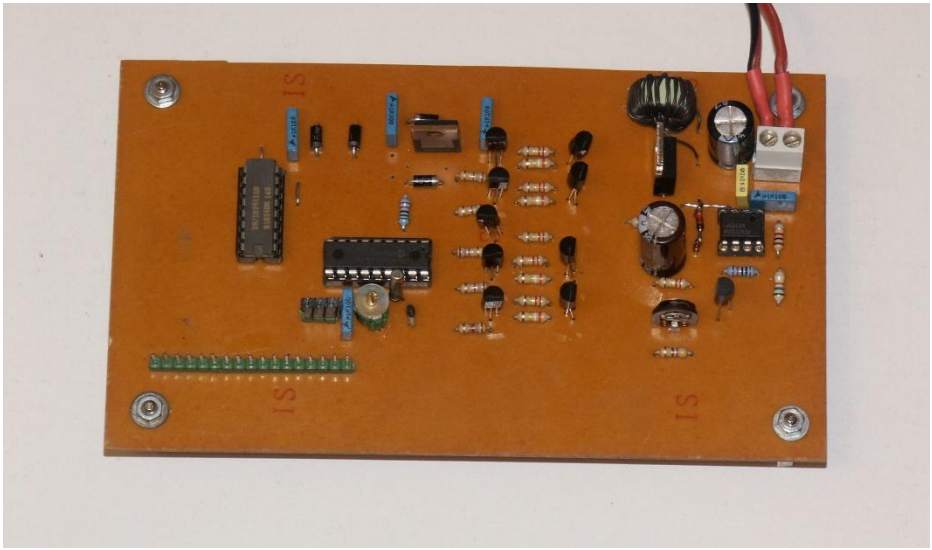
La cuve à graver.
© Bucci Simonazzi

Un bain de perchlorure de fer ronge le cuivre non recouvert de vernis, ce qui dégage les pistes conductrices, suivant le tracé du typon. C'est la gravure.



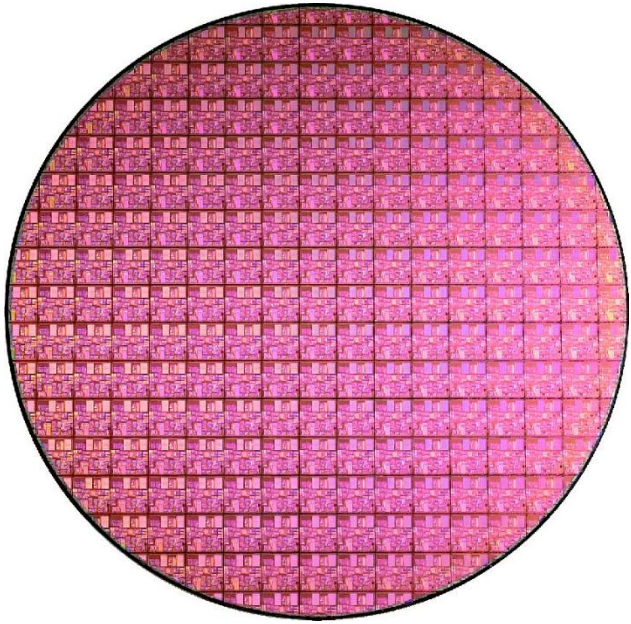
Le circuit imprimé terminé.
© Bucci Simonazzi

Une séance de perçage, de soudage des composants, et le circuit est complet.

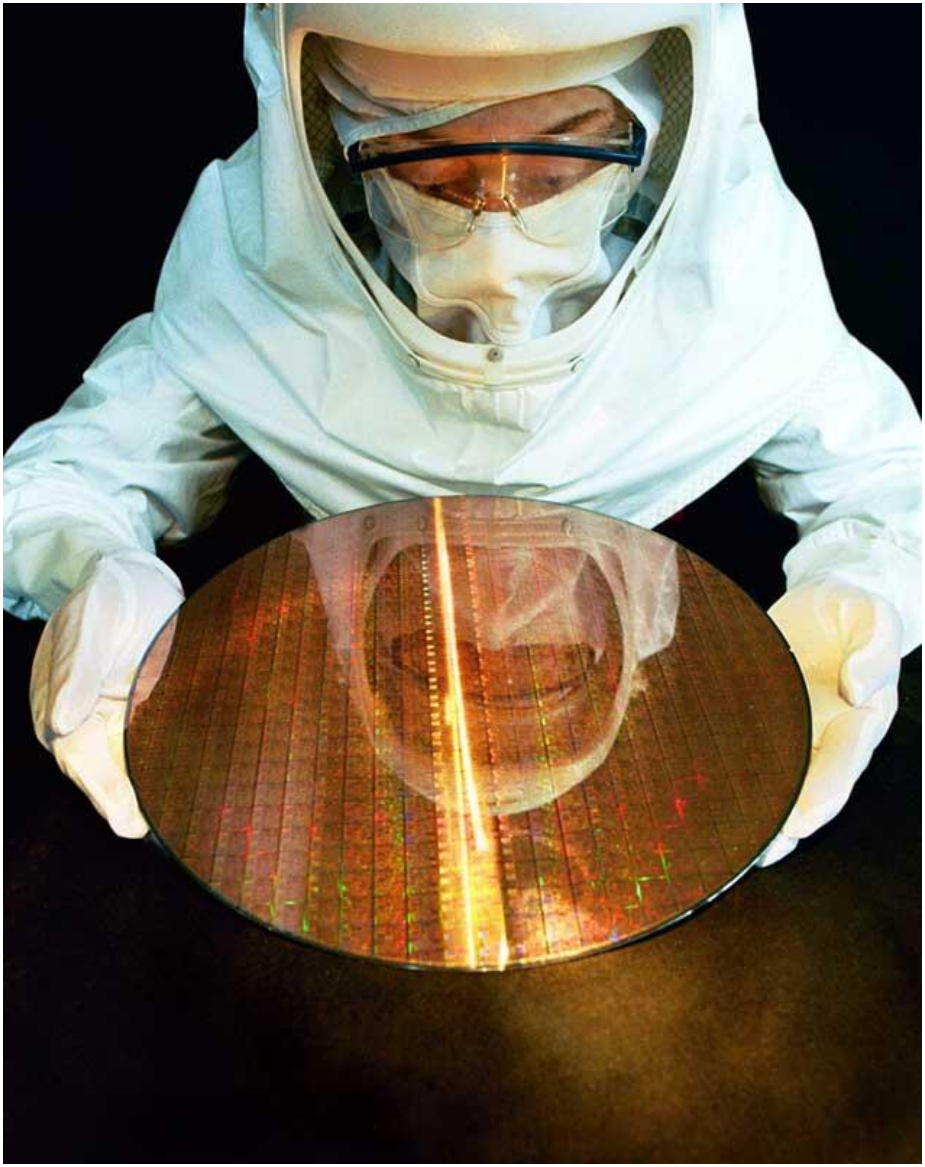


Le circuit complet.
© Bucci Simonazzi

Les ultraviolets permettent aussi de **graver**, à des tailles inférieures à 100 nanomètres, des **circuits intégrés** très complexes, comme les **microprocesseurs** et les **mémoires d'ordinateur**. La tranche de silicium sur laquelle sont gravés ces circuits intégrés s'appelle un « wafer ».



Un wafer gravé comportant plusieurs dizaines de microprocesseurs.
http://www.sandpile.org/impl/pics/intel/p4/wafer_013.jpg

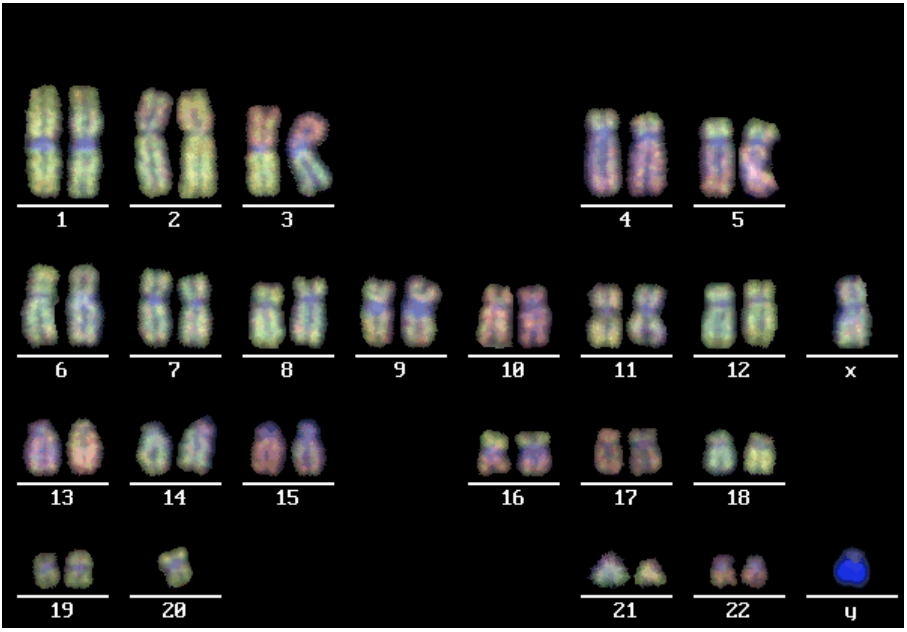


Le wafer tenu par un technicien, dans une salle « blanche » hors de toute poussière.
http://www.mbleslie.com/

Les **lampes** à « **lumière noire** » rendent fluorescents les habits clairs pendant les fêtes :

© https://i.ytimg.com/vi/xmKsoL5dkfo/maxresdefault.jpg

Les ultraviolets rendent certaines **molécules** et certains **minéraux fluorescents :**



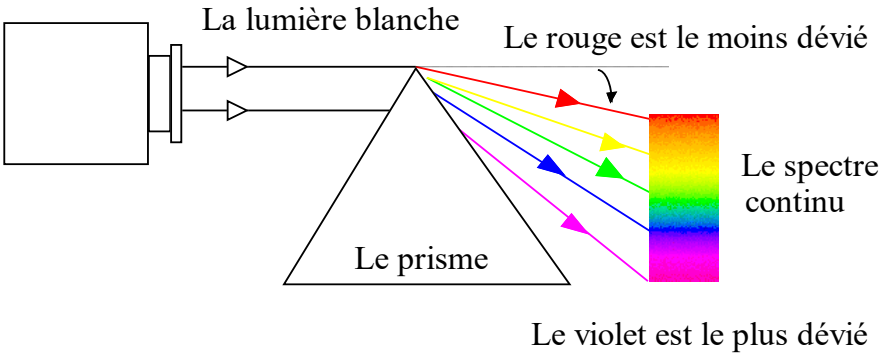
Des chromosomes vus en ultraviolets.
© http://amba.charite.de/cgh/img/01/04e.gif

LA SPECTROSCOPIE

La couleur d'un objet dépend de la lumière qu'il renvoie.

La décomposition de la lumière blanche :

La lumière blanche est décomposée par un prisme en **une infinité de couleurs** allant du rouge au violet. C'est un **spectre continu**.



Les rayonnements de faible fréquence (proches du rouge) sont peu déviés. Ceux de forte fréquence (proches du violet) sont beaucoup plus déviés.

Les différents types de spectres :

- Voici un spectre **continu** complet :

Il rassemble toutes les couleurs visibles du rouge au violet. Toutes les fréquences des rayonnements visibles sont présentes.

• Voici un spectre **continu** incomplet :

© http://www.fr.euhou.net/

C'est le spectre d'une lampe à incandescence classique. L'extrémité violette du spectre est absente. La lumière semble globalement plus jaunâtre que celle du Soleil.

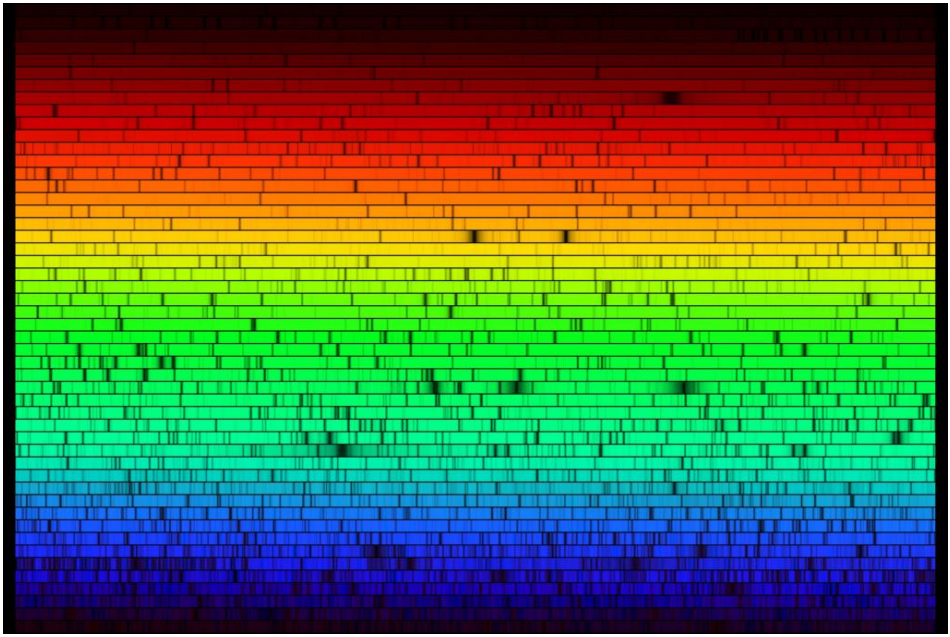
• Nous recevons des étoiles (comme le Soleil) un spectre **incomplet**.

En effet, le spectre des étoiles dépend :

- de leur température,
- de leur constitution chimique.

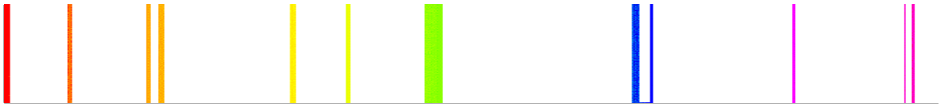
En plus, certaines couleurs sont absorbées par :

- les couches externes de l'étoile,
- leur atmosphère,
- l'atmosphère de la Terre.



Le spectre du Soleil.
http://www.ulb.ac.be/sciences/astro/cd/soleil/Spectre2_NOAO_im600.jpg

• Un tube fluorescent (lampe à économie d'énergie), une lampe à vapeur de mercure ou de sodium (éclairage urbain) émettent un **spectre de raies** qui ne contient que **quelques couleurs** :



Seules certaines fréquences sont présentes. Mais comme elles sont à peu près régulièrement réparties dans le spectre visible, notre œil pense voir de la lumière blanche, comme si le spectre était continu.

La spectroscopie :

La **spectroscopie** est la science qui étudie les rayonnements émis par des corps chauds pour en déduire leur composition et leur température.

On peut donc savoir à distance la composition chimique et la température d'une étoile :

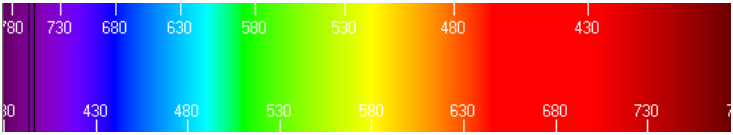
- on recueille sa lumière grâce à un télescope et on la décompose en ses différentes couleurs par un prisme.
- on compare le spectre reçu aux spectres des éléments simples que l'on a étudiés en laboratoire.

Voici quelques exemples de spectres :

Le **calcium** :

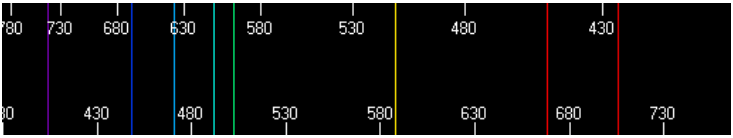
Le spectre d'émission :

Le spectre d'absorption :

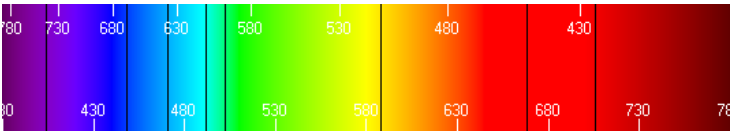


Vous constaterez qu'un élément chimique absorbe les mêmes couleurs que celles qu'il émet lorsqu'on lui donne de l'énergie (excitation).
L'**hélium** :

Le spectre d'émission :

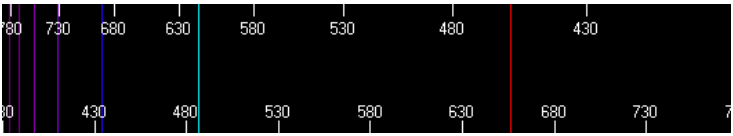


Le spectre d'absorption :

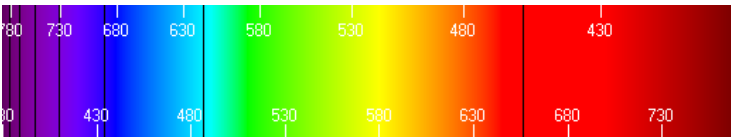


L '**hydrogène** :

Le spectre d'émission :



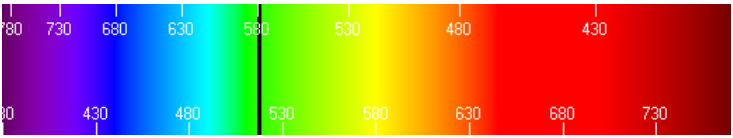
Le spectre d'absorption :



Le **magnésium** :

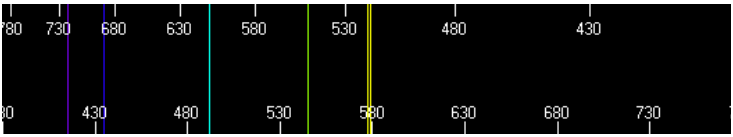
Le spectre d'émission :

Le spectre d'absorption :

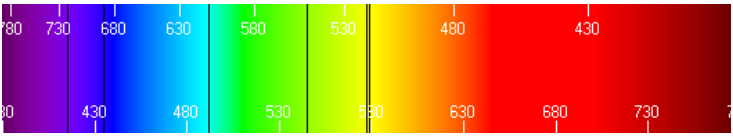


Le **mercure** :

Le spectre d'émission :

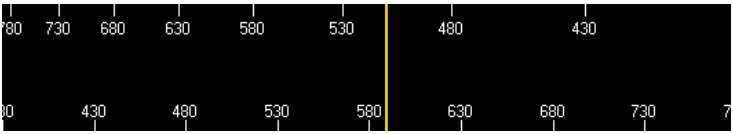


Le spectre d'absorption :

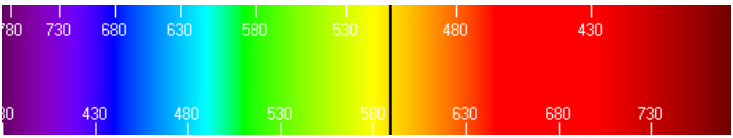


Le **sodium** :

Le spectre d'émission :

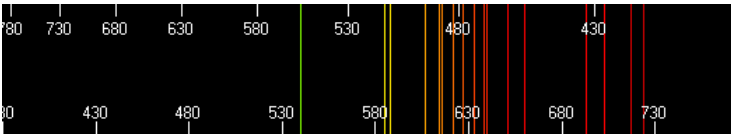


Le spectre d'absorption :

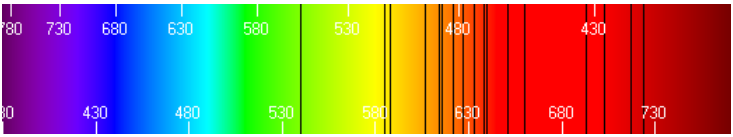


Le **néon** :

Le spectre d'émission :



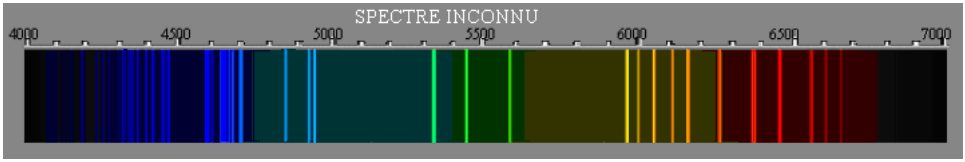
Le spectre d'absorption :



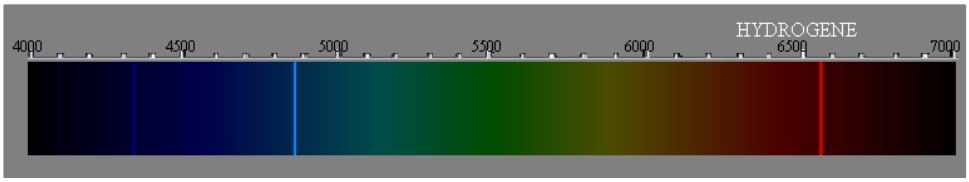
© 2003 Serge Lagier
http://www.perso.wanadoo.fr/serge.lagier

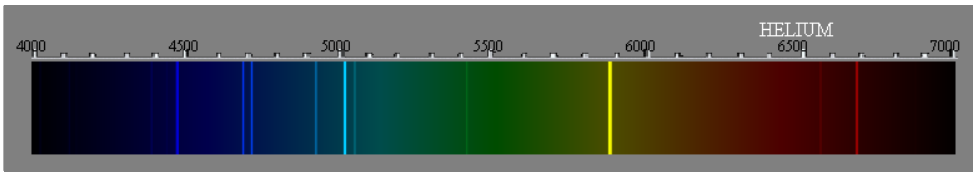
Exercice :

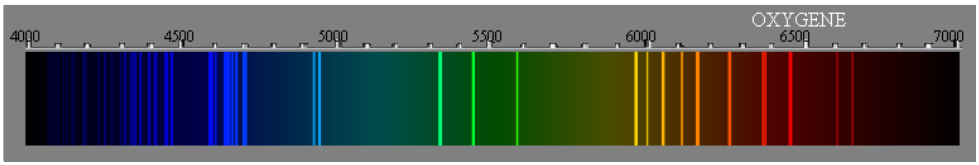
Nous vous proposons le spectre d'un mélange de deux corps. De quels éléments est-il formé ?

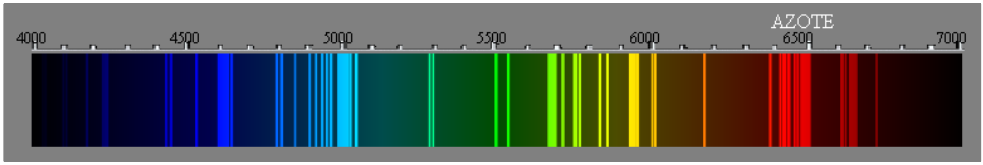


Voici les spectres de référence :



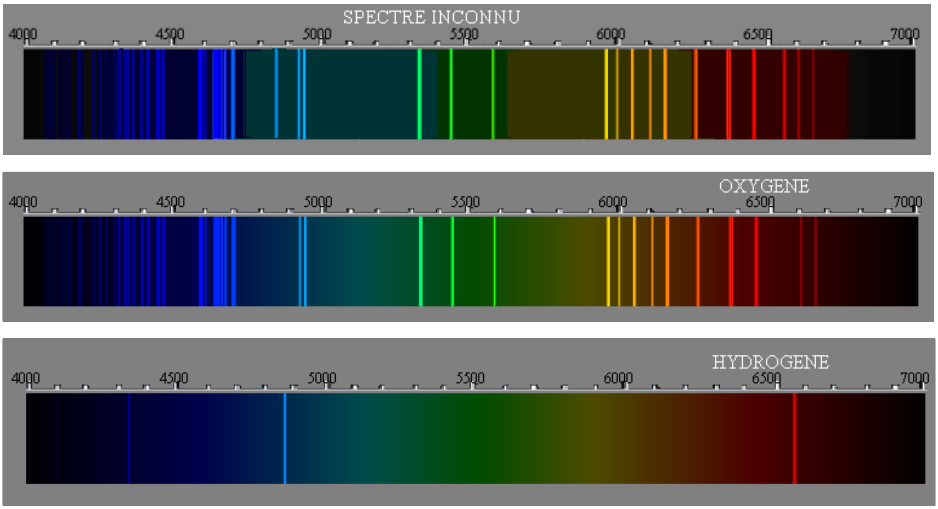






Correction :

Vous remarquez que les raies colorées correspondent à la superposition des raies du spectre de l'oxygène et de celles du spectre de l'hydrogène :



Le corps chimique inconnu contient donc de l'oxygène et de l'hydrogène.

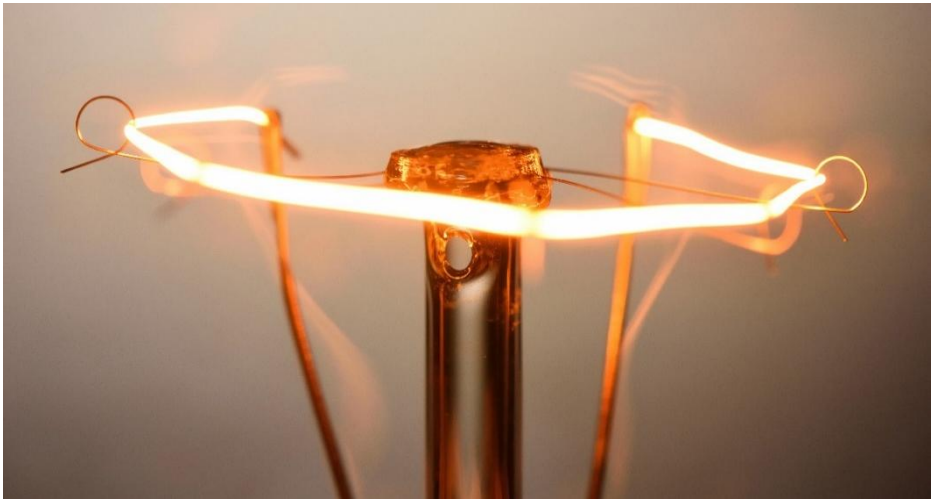
Pour connaître la **température d'un corps**, par exemple une étoile, on utilise le principe suivant :

Différentes couleurs, différentes températures.
© NASA.

• Si la **température** est **basse**, les rayonnements **infrarouges** et **rouges** dominent.

© NASA / JPL-Caltech / E. Churchwell (University of Wisconsin)

• Si la **température** est **élevée**, la **lumière** devient **blanche**.



© https://www.lightzoomlumiere.fr

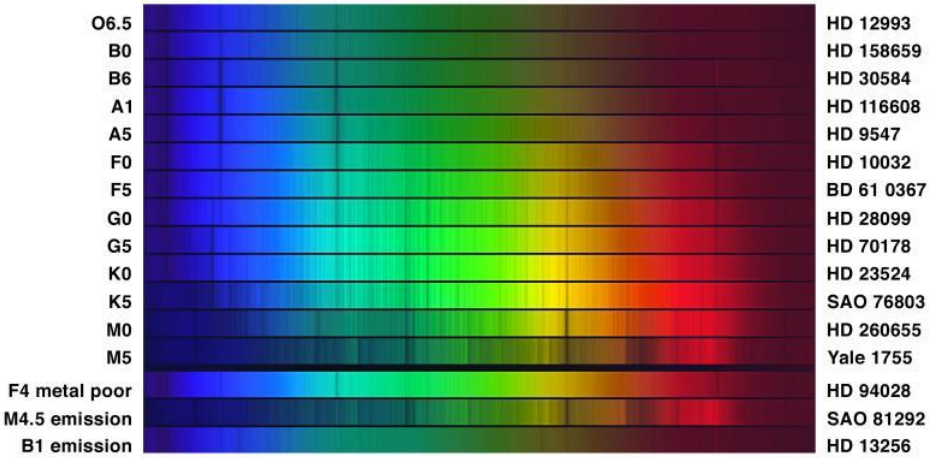
Le filament d'une lampe à incandescence (3000°C)
émet surtout des infrarouges et de la lumière blanche riche en rouge et jaune.

• Si la **température** est **très élevée**, la lumière s'enrichit en **bleu**, en **violet** et en rayonnements **ultraviolets**.

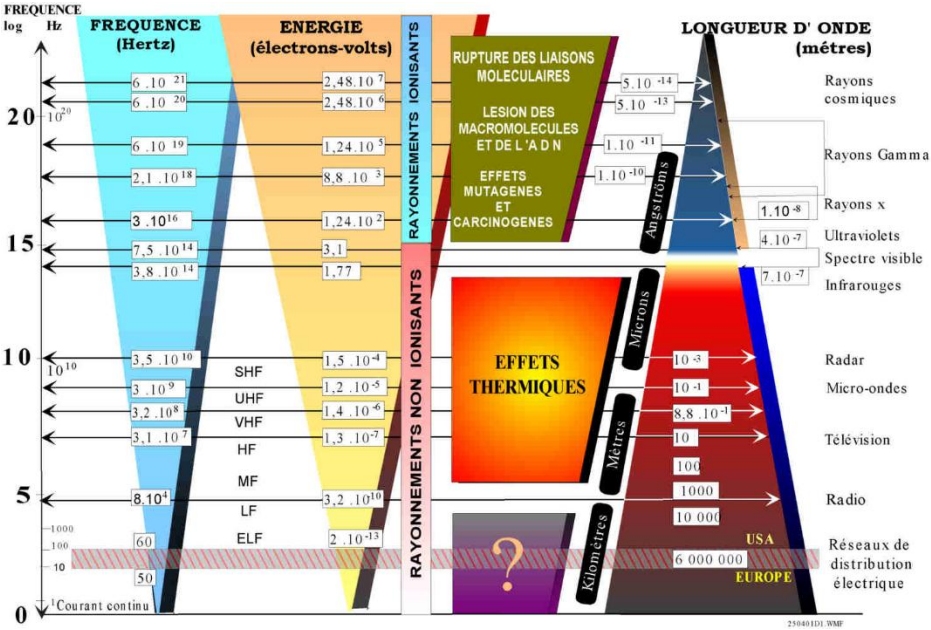
Une galaxie spirale.
© Nasa

Une nébuleuse.
© http://www.news.wisc.edu/

Voici quelques spectres d'astres, avec les plus chauds (lumière riche en bleu) en premier et les moins chauds ensuite (lumière riche en rouge) :



© http://www.nasa.gov/



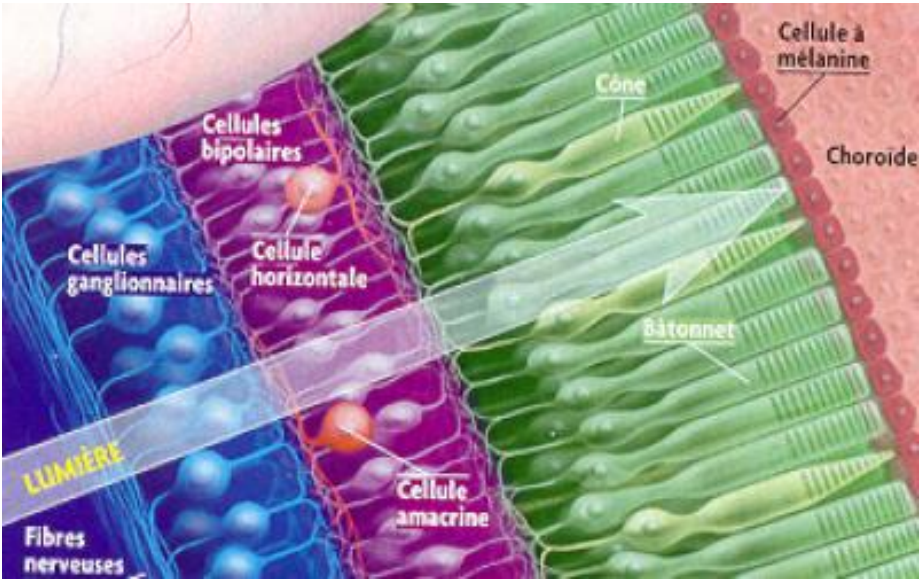
© http://www.bbemg.ulg.ac.be/FR/2Notions/spectregd.html

LES COULEURS

La couleur d'un objet dépend de la lumière qu'il renvoie.

La vision des couleurs :

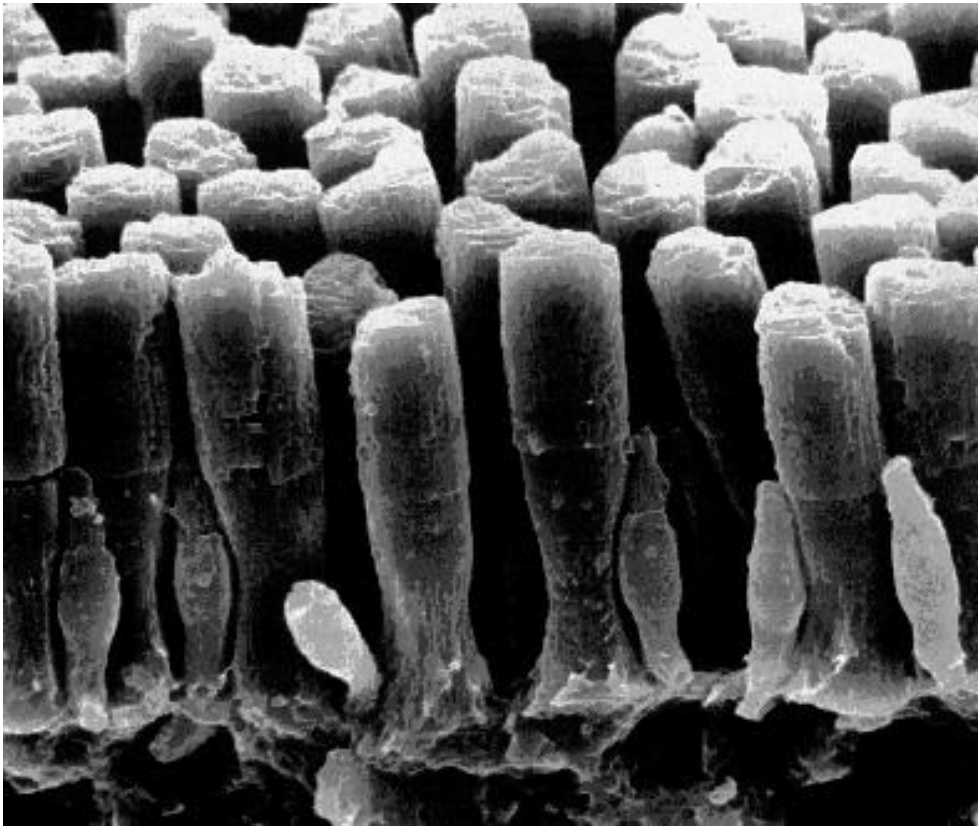
La **rétine**, qui est la surface photosensible au fond de l'œil comporte deux types de cellules :



La coupe de la rétine.
© http://esjn.csriveraine.qc.ca/

• Les **bâtonnets** sont sensibles à la **luminosité**. Ils voient en « noir et blanc » (image monochrome).

• Les **cônes** sont sensibles aux **couleurs**. Ils réagissent aux trois couleurs de base, le rouge, le vert et le bleu (trichromie).



Les bâtonnets et les cônes de la rétine.
© http://lajoie.uqam.ca/

La synthèse R.V. B. ou synthèse additive (trichromique) :

Elle est utilisée en télévision en couleurs.

L'**écran** d'un **téléviseur** ou d'un moniteur est recouvert d'une succession de centaines de milliers de points colorés : les **pixels**.

Les pixels ou luminophores.

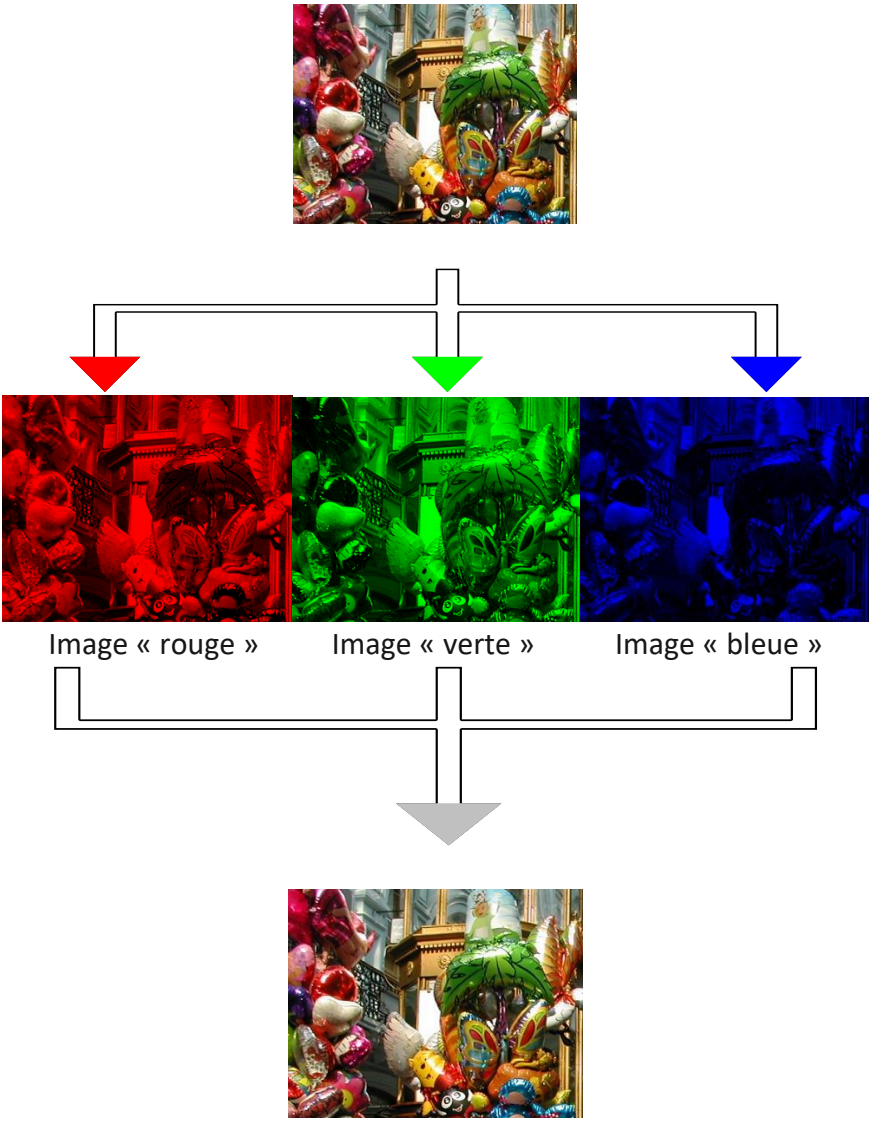
Le détail des pixels : ce sont des trios colorés.

Remerciements : Warner Bros. Pictures

En fait, chaque point de l'image est composé d'un trio de pixels colorés juxtaposés : un **rouge**, un **vert**, un **bleu**.

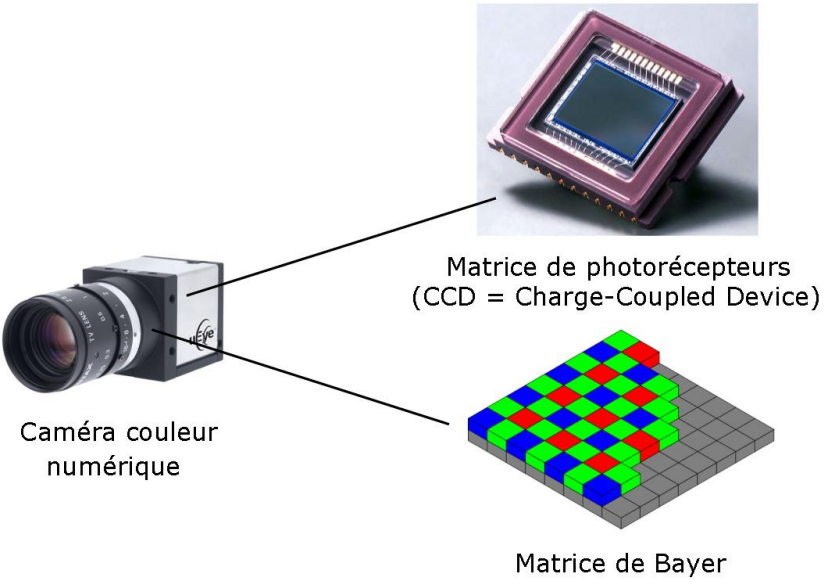
Un téléviseur classique a une résolution de 1 920 points sur 1 080 lignes. L'image est donc constituée de $1\,920 \times 1\,080 = 2\,073\,600$ points. Chacun de ces points étant formé de 3 pixels colorés (un rouge, un vert, un bleu), le moniteur affiche donc pour chaque image $2\,073\,600 \times 3 = 6\,220\,800$ pixels colorés.

L’image en couleur est décomposée en trois images primaires :



Ces trois images sont superposées sur l’écran sous forme de pixels juxtaposés des trois couleurs primaires (rouge ; vert ; bleu).

L'appareil photographique numérique décompose aussi l'image qu'il reçoit en pixels colorés rouges – vers – bleus.



Matrice de Bayer: matrice de filtres de couleur placée entre l'objectif et le CCD d'une caméra afin de pouvoir enregistrer des images en couleur

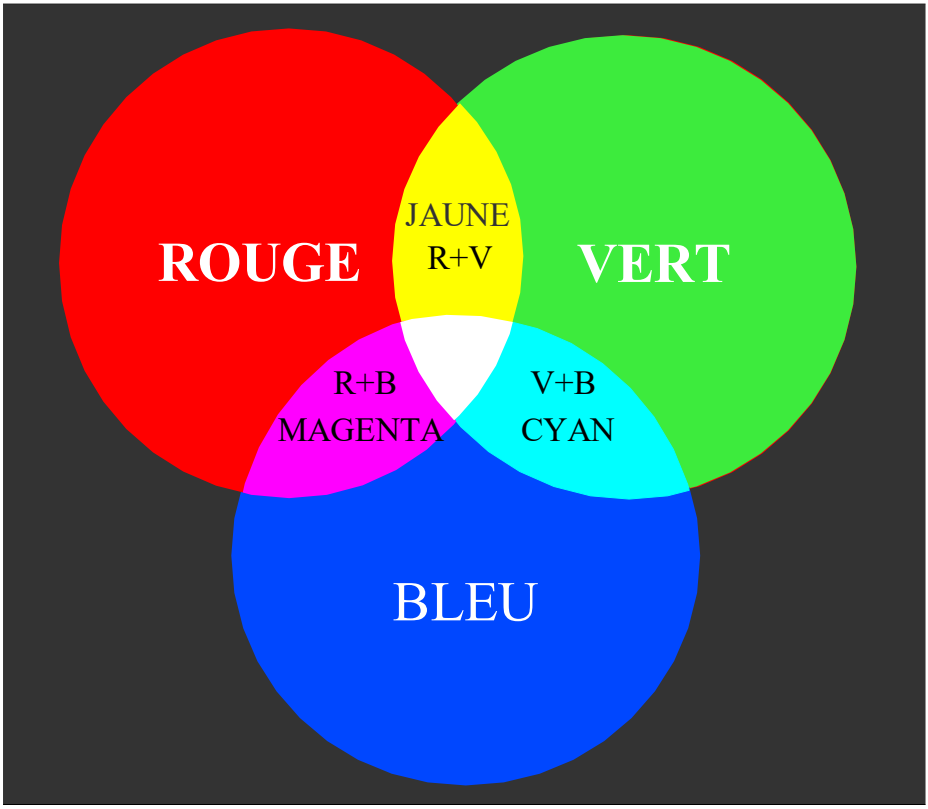
Modèle du capteur super CCD d'un appareil photo numérique ave son filtre de Bayer.

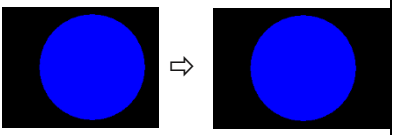
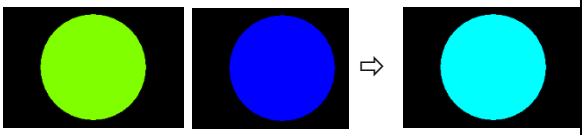
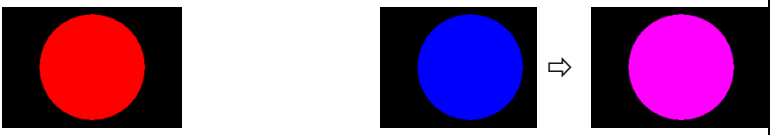
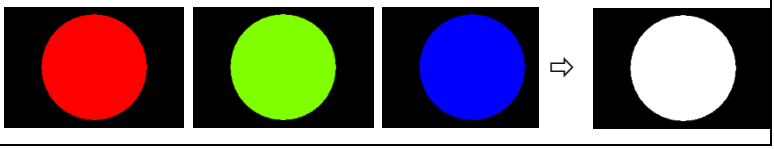
© https://home.mis.u-picardie.fr/

Le principe de la **synthèse additive des couleurs** (R. V. B.) :

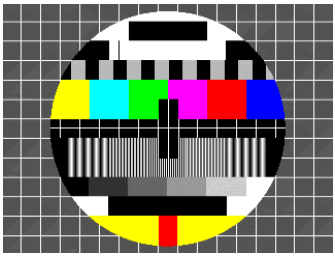
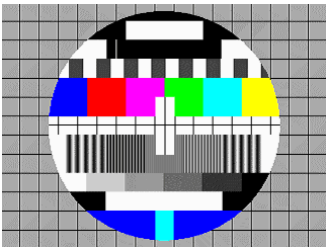
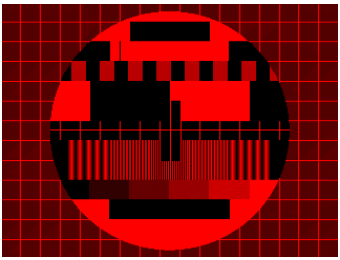
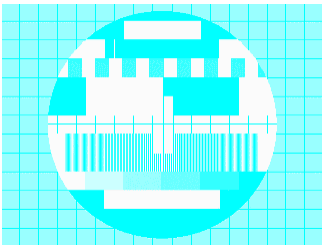
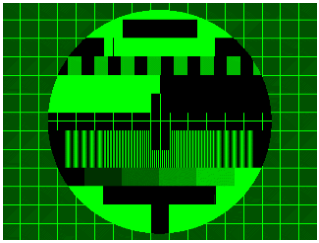
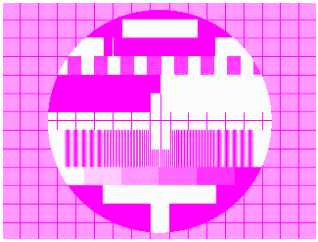
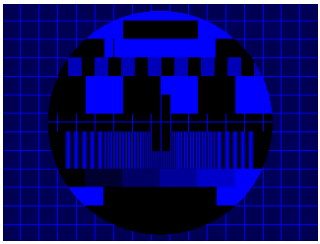
Le **fond** est **noir**.

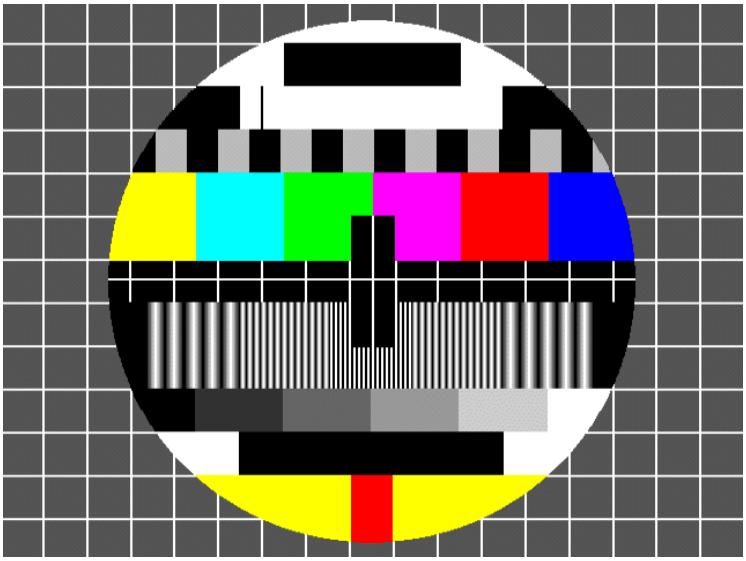
On **ajoute des lumières colorées** : rouges, vertes et bleues.



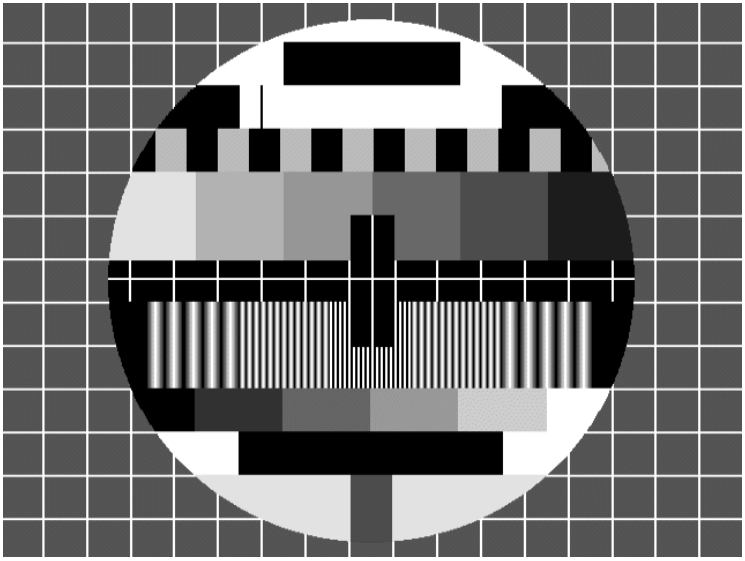
LA SYNTHESE ADDITIVE DES COULEURS (R. V. B.)		
NOIR (fond)	0	
ROUGE	R	
VERT	V	
BLEU	B	
CYAN (bleu	V et B	
MAGENTA (mauve)	R et B	
JAUNE	R et V	
BLANC	R et V et B	

Une couleur est complémentaire, si lorsqu'on la rajoute à la couleur de base, on obtient du blanc.
Le jaune (R+V) est la couleur complémentaire du bleu.

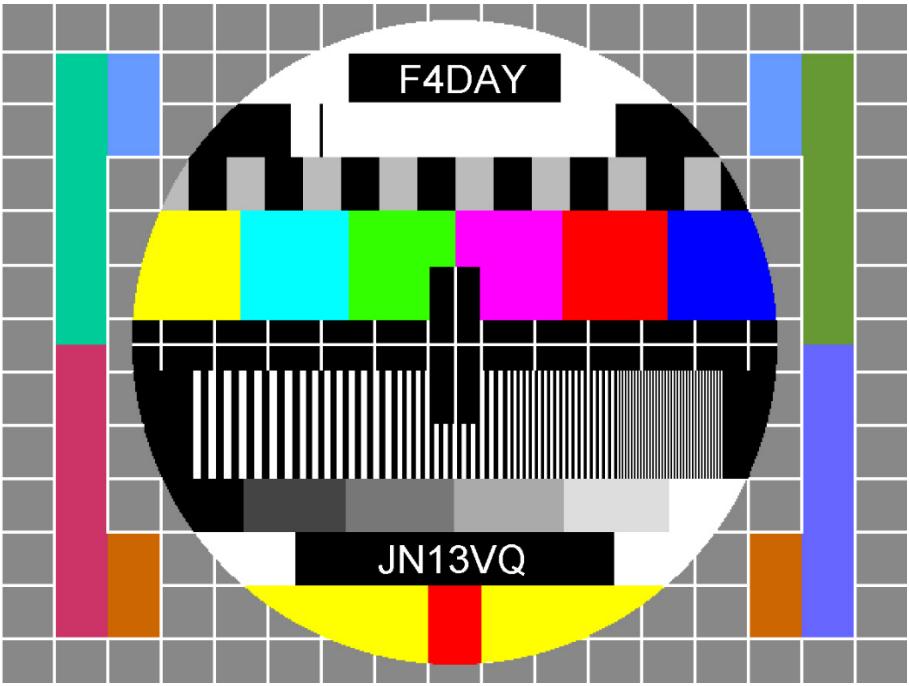
	IMAGE	*NEGATIF DE L'IMAGE*
Image avec les 3 couleurs.		
Rouge seulement.		
Vert seulement.		
Bleu seulement.		



Un passage en noir et blanc (image **monochrome**) nous permet de constater que les couleurs qui nous paraissent à l'œil les plus vives ne sont pas forcément les plus lumineuses :



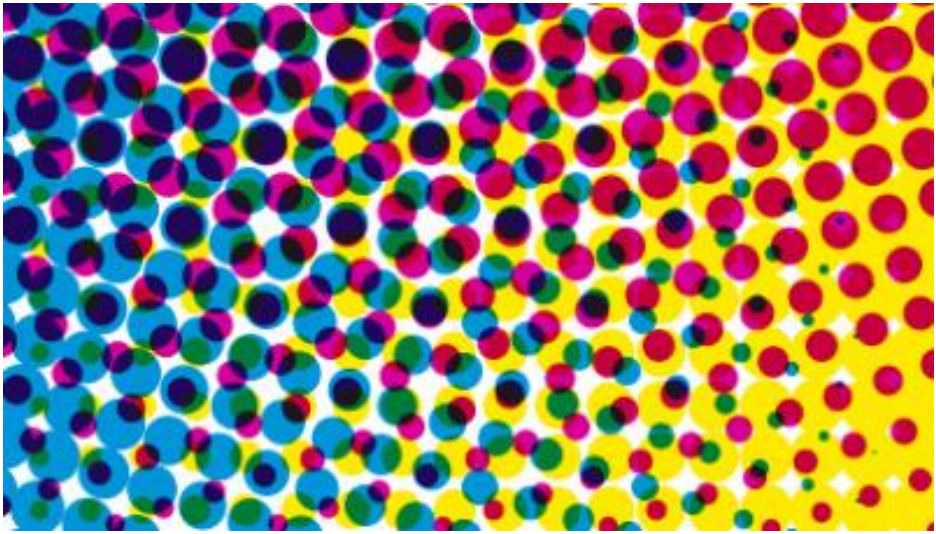
Remerciements pour les mires : TDF.



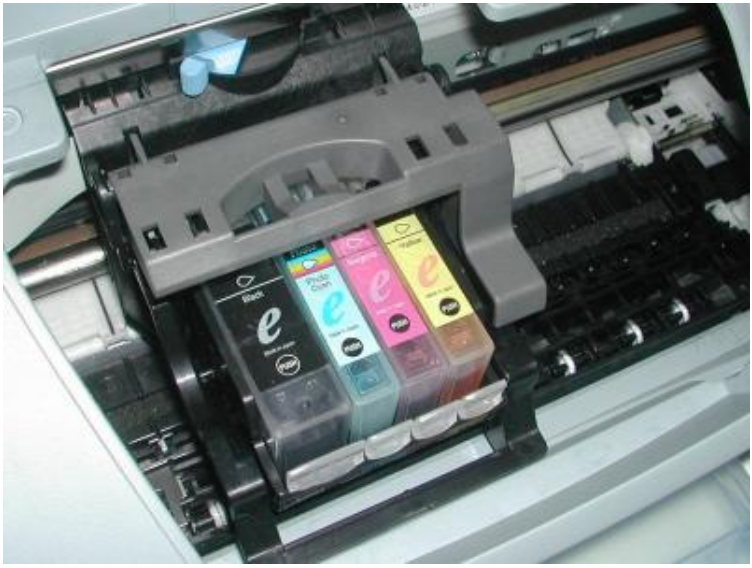
© http://pagesperso-orange.fr/jf.fourcadier/television/Sandisk/mire.jpg

La synthèse C. M. J. N. ou synthèse soustractive (quadrichromie) :

En regardant de près une affiche de cinéma, une revue en couleur, une feuille sortant d'une imprimante à jet d'encre, on aperçoit quatre trames de points alignés de couleurs cyan – magenta - jaune et d'encre noire :



Une feuille imprimée vue à la loupe.

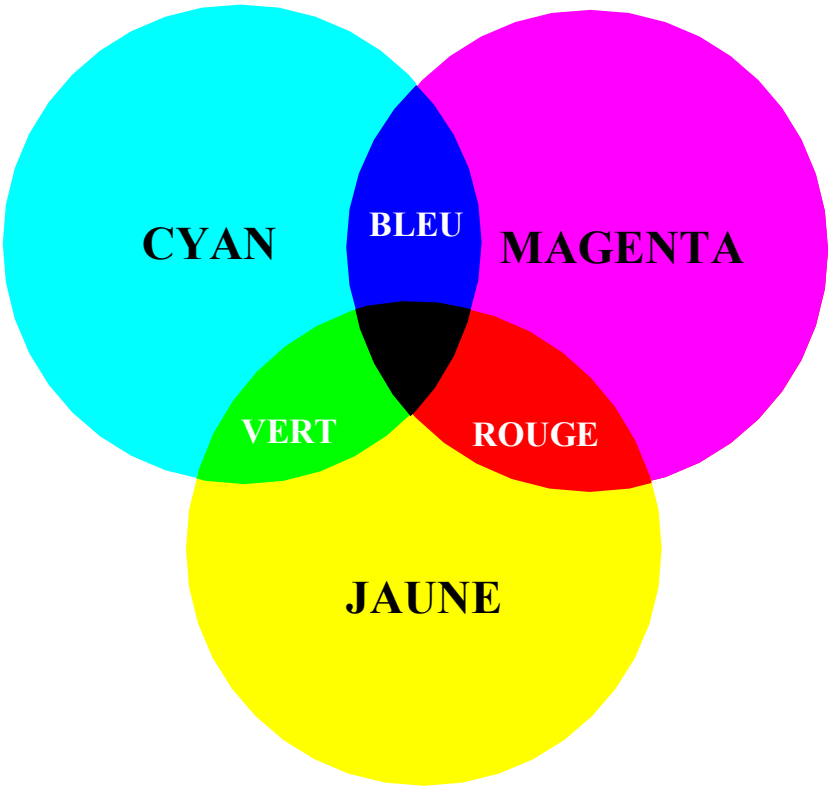


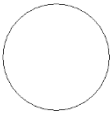
Une imprimante à jet d'encre ouverte.
Marque Canon ®

La vue rapprochée des 4 cartouches d'encre de cette imprimante.
Marque Canon ®

La feuille est **blanche**.

On dépose **des encres** (ou des gouaches en peinture) colorées **qui absorbent la lumière**.



LA SYNTHESE SOUSTRACTIVE DES COULEURS (C. M. J.)		
BLANC (fond)	Pas d'encre	⇨ 
CYAN (bleu ciel)	C	⇨
MAGENTA (mauve)	M	⇨
JAUNE	J	⇨
ROUGE	M et J	⇨
VERT	C et J	⇨
BLEU	C et M	⇨
NOIR	C et M et J ou encre noire	⇨

Une couleur est complémentaire, si lorsqu'on la rajoute à la couleur de base, on obtient du noir.
Le jaune (J) est la couleur complémentaire du bleu (C+M).

Pour augmenter le contraste et imprimer le texte, on rajoute de l'encre noire (d'où le terme de **quadrichromie** : 4 couleurs).

e
t

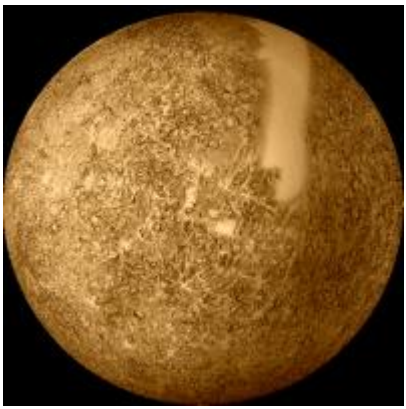
→

Photographies :
R. Balderacchi ; Bordas ; Nathan ; Larousse ; NASA et leurs auteurs respectifs.

LES PRINCIPALES PLANETE DU SYSTEME SOLAIRE

Compléter le texte ci-dessus avec le nom des astres suivants : la ceinture d'astéroïdes, Jupiter, la Lune, Mars, Mercure, Neptune, Pluton, Saturne, la Terre, Uranus, Vénus.

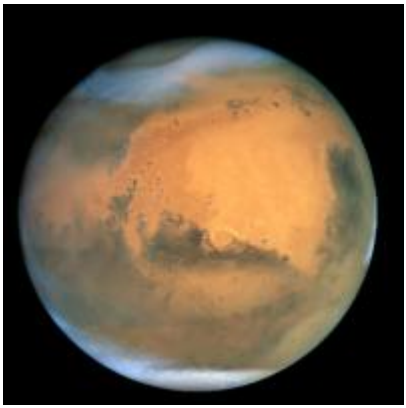
© NASA



_____ : la plus petite planète et la plus proche du Soleil. Elle n'a pas d'atmosphère. La température varie entre 400°C le jour et –170°C la nuit.

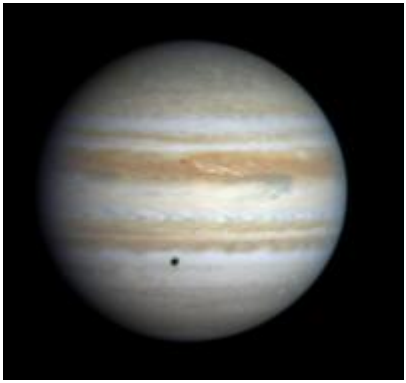
_____ : elle était surnommée autrefois « l'étoile du berger ». Elle est visible le matin ou le soir. Son atmosphère de dioxyde de carbone et d'acide sulfurique piège la chaleur du Soleil par effet de serre. Avec 450°C, elle est la planète la plus chaude du système solaire.

_____ : « la planète bleue » à cause de ses océans et de son ciel. Son atmosphère riche en dioxygène et la présence d'eau permettent à la vie de se développer. _____ est son satellite naturel.



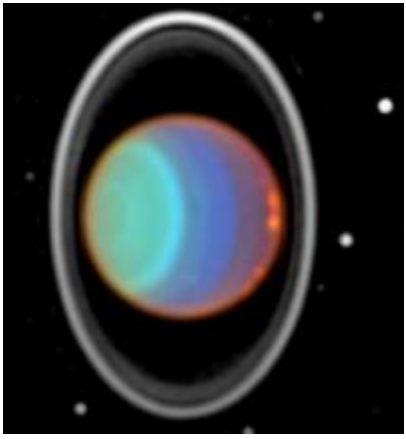
_____ : « la planète rouge » possède des roches riches en oxydes de fer. Son atmosphère est riche en dioxyde de carbone. C'est la planète qui se rapproche le plus des conditions de vie favorable de la Terre.

_____ : ce sont de très petites planètes rocheuses, formant une ceinture de fragments de pierre.

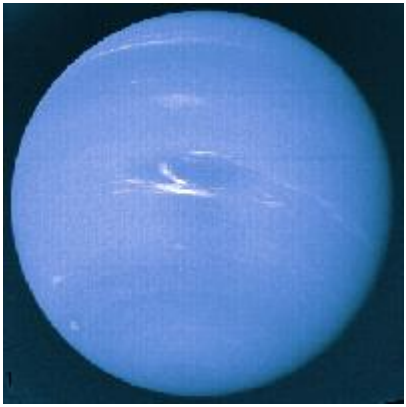


_____ : elle est entièrement formée de gaz dihydrogène et d'hélium. Cette planète géante est entourée de 16 satellites principaux.

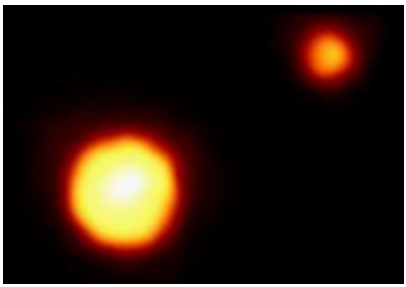
_____ : légèrement plus petite que Jupiter, elle est aussi gazeuse et géante. Elle est entourée d'anneaux de glace et de nombreux satellites.



_____ : elle ressemble à Saturne en plus petit, avec un noyau solide au centre. Elle est entourée de dix anneaux.



_____ : survolée en 1989 par la sonde Voyager, elle a montré de forts tourbillons de vents allant jusqu'à 1200 km/h.

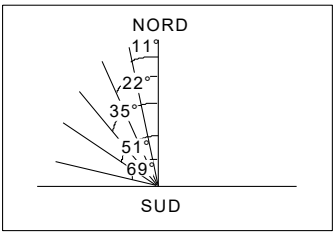


_____ : accompagnée par son satellite Charon, est la planète la plus éloignée du Soleil et la plus petite. Elle ne tourne pas dans le plan de l'écliptique comme toutes les autres.

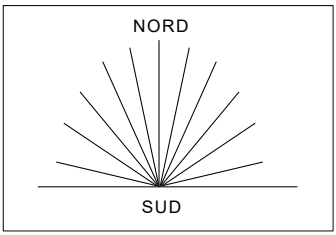
Réponses : Mercure, Vénus, la Terre, la Lune, Mars, la ceinture d'astéroïdes, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune, Pluton.

FABRIQUER UN CADRAN SOLAIRE SIMPLIFIE

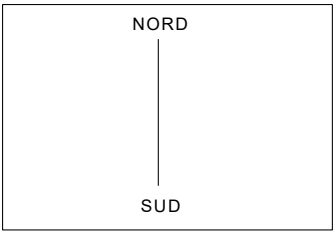
③ Tracer des segments de droites dont les angles par rapport à l'axe Nord/Sud sont : 11°, 22°, 35°, 51°, 69° :



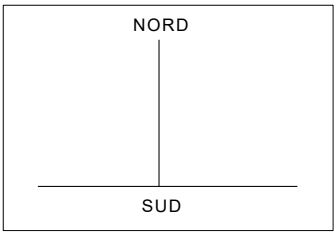
④ Tracez les segments de droites symétriques par rapport à l'axe Nord/Sud :



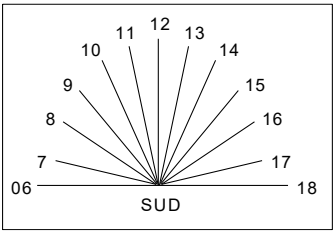
① Prendre une planche de bois deux fois plus longue que large. Tracer une ligne Nord/Sud qui la partage en deux :



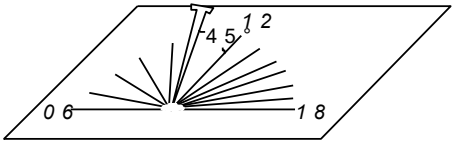
② Tracer un axe perpendiculaire au premier en bas de la planche :



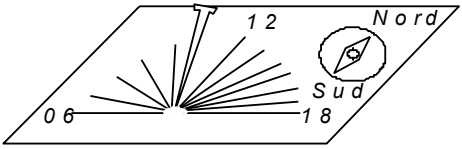
⑤ Incrire les heures en partant de gauche : 6, 7, 8, 9, 10 … jusqu'à 18 :



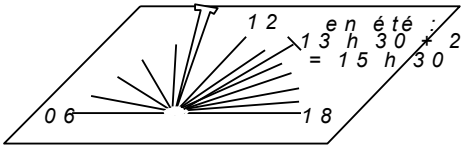
⑥ Planter un clou incliné de 45° par rapport à l'axe Nord/Sud, à l'endroit où les segments se coupent :



⑦ Orienter le trait 12 h (midi) dans la direction Nord/Sud avec une boussole.



⑧ Lire l'heure, en fonction de l'ombre du clou. Si c'est l'été, ajouter 2 h. L'hiver, ajoutez 1 h.



C'est prêt !

LES OMBRES

Une zone d'ombre est un endroit où la lumière n'arrive pas.

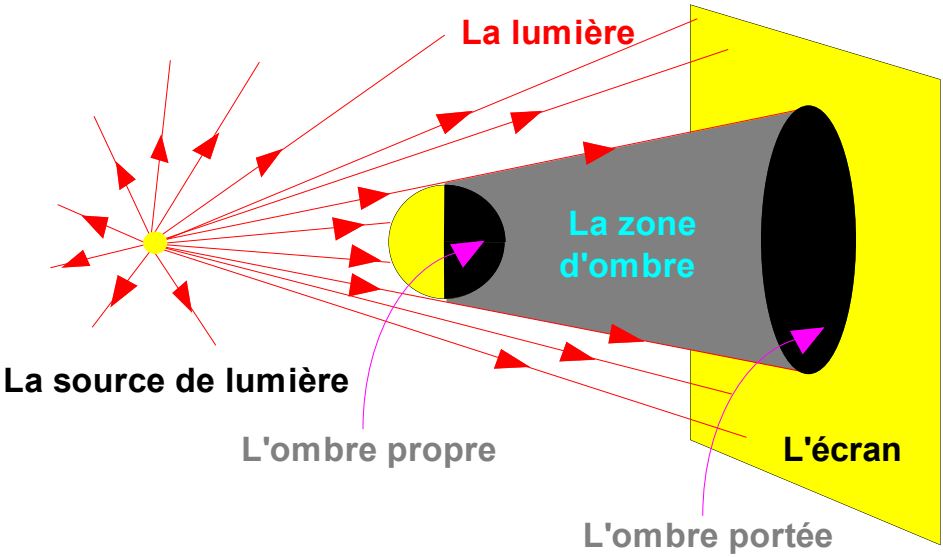
Avec une source de lumière ponctuelle :

Une source **ponctuelle** est une source aussi **petite** qu'un **point** (en latin, punctum est un point).
On place un objet (un globe terrestre) entre un projecteur et un écran.

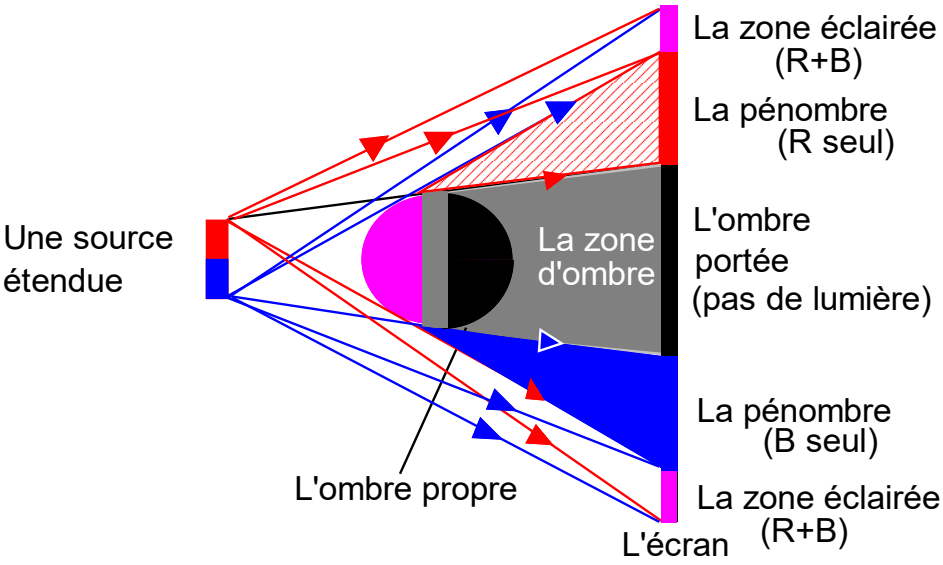
- **L'ombre propre** se forme au dos de l'objet éclairé.

- Comme l'objet arrête la lumière, il y a une zone non éclairée derrière lui : c'est **la zone d'ombre**. La zone d'ombre est la zone privée de lumière qui se trouve derrière l'objet qui arrête les rayons lumineux.

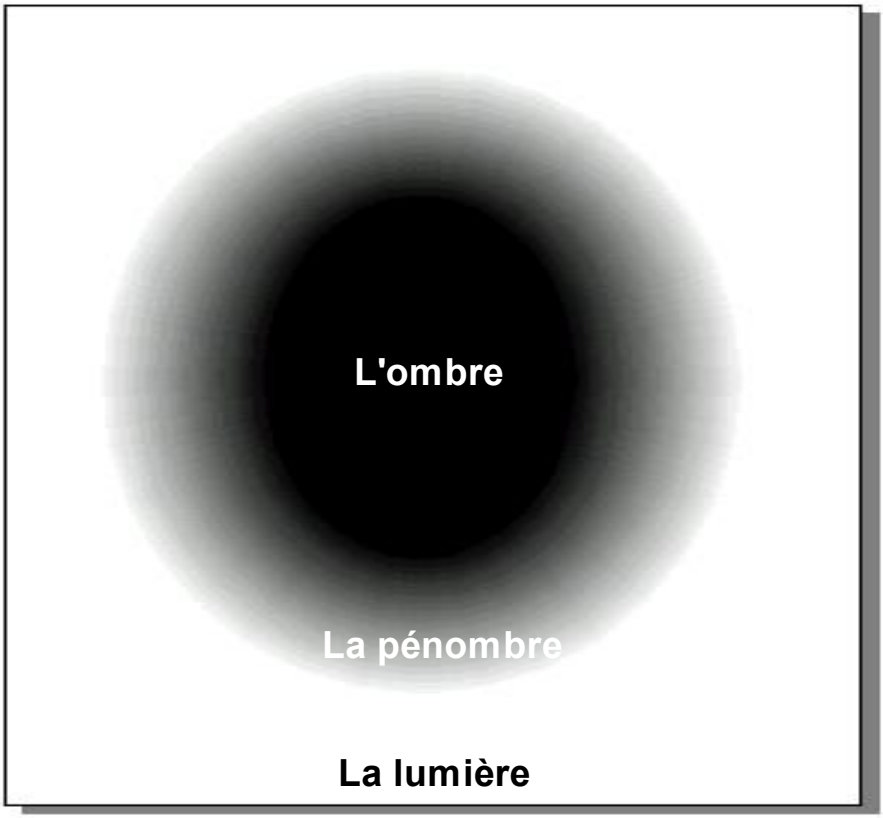
- **L'ombre portée** est une zone sans lumière qui se forme sur un objet différent qui rentre dans la zone d'ombre.



Avec une source étendue :



- Certains points de l'écran reçoivent de la lumière provenant de toute la source lumineuse : c'est la pleine lumière.
- D'autres points ne reçoivent aucune lumière : c'est une ombre franche.
- Il existe une **zone intermédiaire** entre l'ombre et la lumière. C'est la **pénombre.**



- La pénombre entre le jour et la nuit s'appelle **le crépuscule**.
- La pénombre entre la nuit et le jour est nommée de deux manières différentes : elle s'appelle **l'aurore** ou **l'aube**.

Les phases de la Lune :

La lune tourne sur elle-même (mouvement de rotation) et autour de la Terre (mouvement de révolution) en environ 4 semaines (29,3 jours plus précisément).

© NASA

Sa position relative par rapport au Soleil et à la Terre change. La partie éclairée que l'on voit est différente chaque jour.

Face visible entièrement éclairée :	**Pleine Lune.**
Face visible plus qu'à moitié éclairée :	**Lune gibbeuse.**
Face visible à moitié éclairée :	**Quartier de Lune.**
Face visible éclairée sur une petite partie :	**Croissant de Lune.**

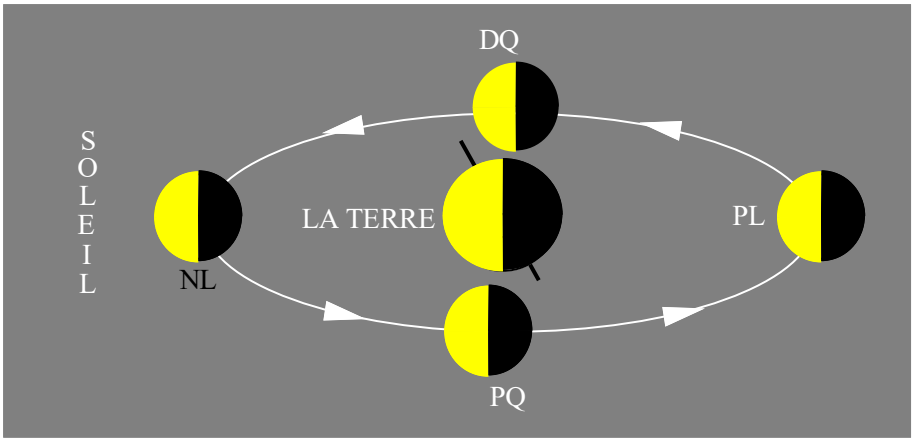


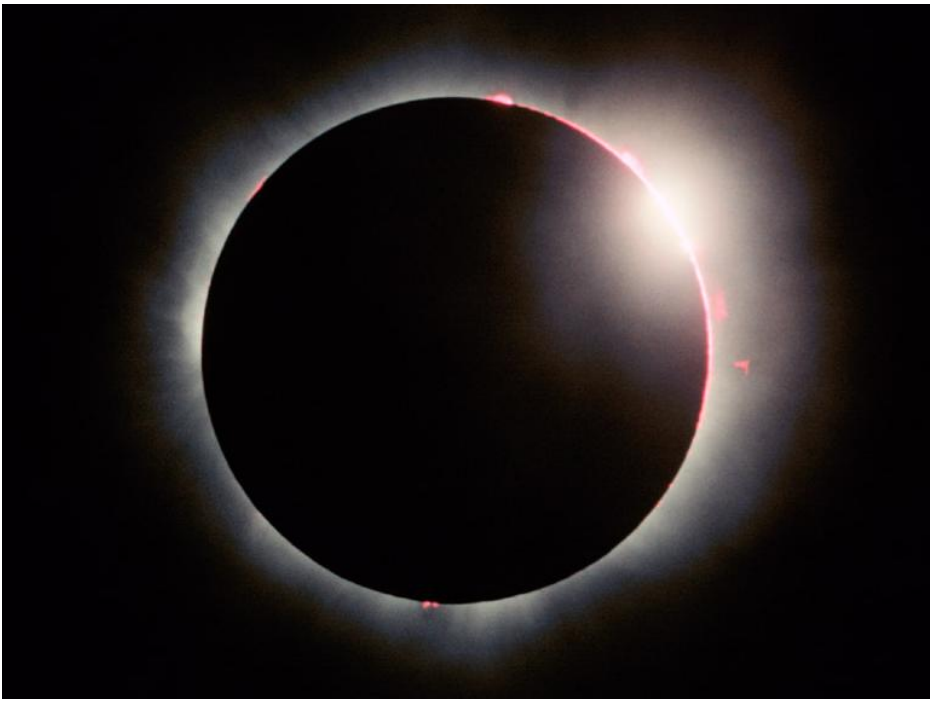
Figure n°1 : modèle de la trajectoire de la Lune.

Nom de la phase :	**Nouvelle Lune**	**Premier Quartier**	**Pleine Lune**	**Dernier Quartier**
Aspect :		**p**		**d**
Partie éclairée :	rien	droite	totalité	gauche
Lever :	06:00	midi	18:00	minuit
Zénith :	midi	18:00	minuit	06:00
Coucher :	18:00	minuit	06:00	12:00

LES ECLIPSES

L'éclipse de Soleil :

Une éclipse de Soleil se produit en plein jour, au moment d'une Nouvelle Lune.
Le Soleil, la Lune et la Terre sont alignés.



© NASA

La Lune arrête les rayons du Soleil. Certains pays se retrouvent dans la zone d'ombre de la Lune.

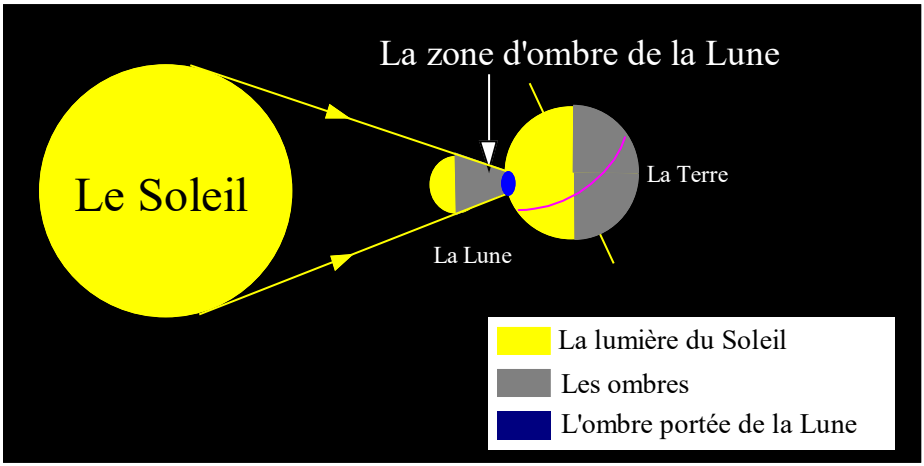
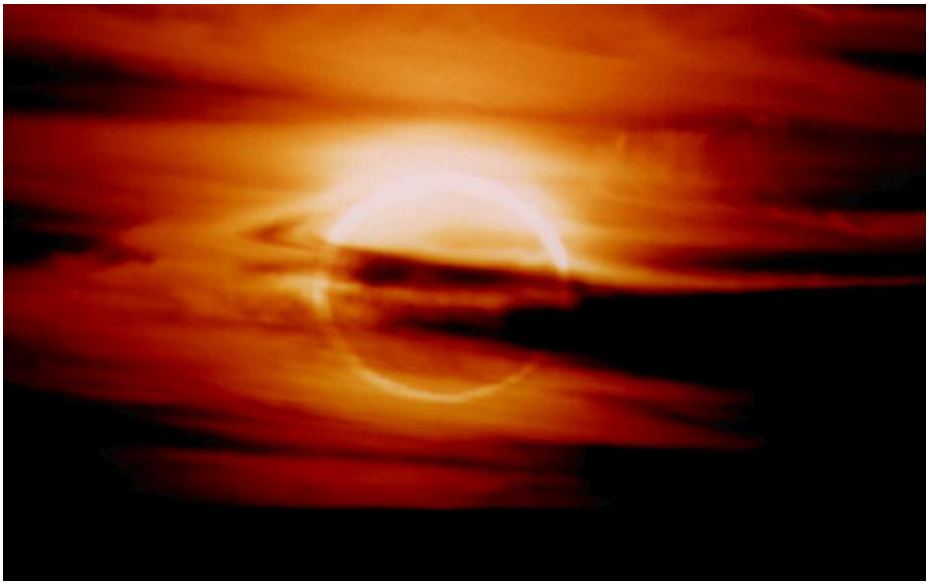


Figure n°2 : le modèle d'une éclipse de Soleil.
(pendant une Nouvelle Lune)



© http://www.res.bbsrc.ac.uk

L'**éclipse** est **annulaire**, si la Lune est plus lointaine que d'habitude et ne cache pas la totalité du disque solaire.

© http://www.thecarsons.demon.co.uk

L'**éclipse** est **partielle**, si vue d'un pays, la Lune ne parvient pas à cacher complètement le Soleil.

L'éclipse de Lune :

© http://coolpix4500.digitalastro.net

Une **éclipse de Lune** se produit la nuit, au moment d'une Pleine Lune.

Le Soleil, la Terre et la Lune s'alignent. La Lune disparaît dans la zone d'ombre de la Terre.

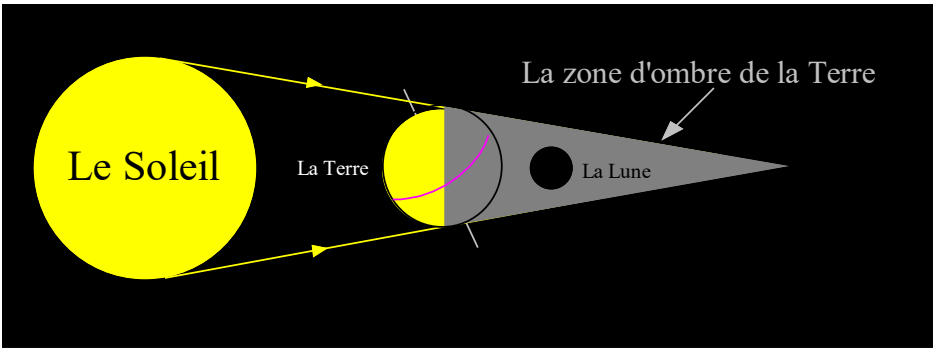


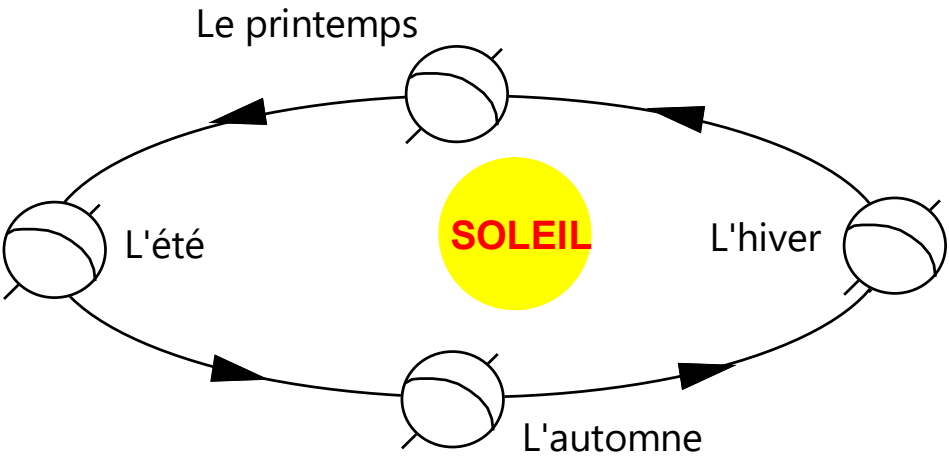
Figure n°1 : le modèle d'une éclipse de Lune.

© http://www.zam.fme.vutbr.cz/

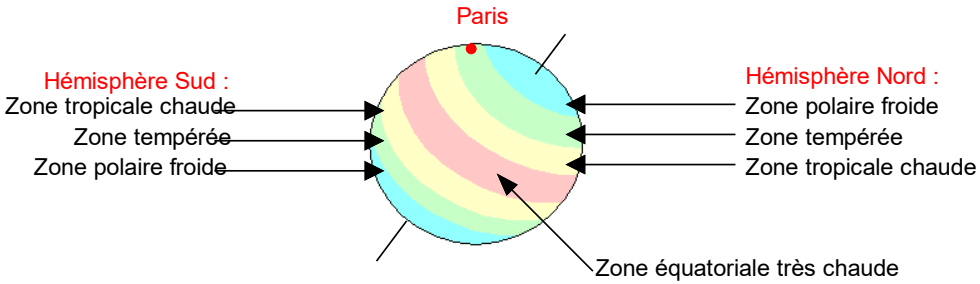
L'**éclipse** est **partielle**, si la Lune n'entre pas entièrement dans la zone d'ombre de la Terre.

LES SAISONS

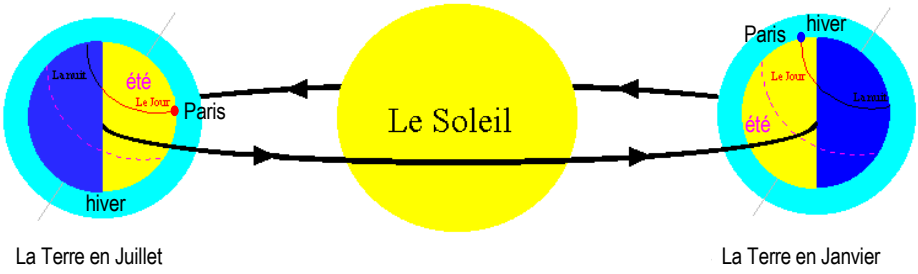
Contrairement à ce que l'on pense, ce n'est pas la distance entre la Terre et le Soleil qui provoque l'alternance des saisons.



En effet, c'est en hiver (pour l'hémisphère nord) que la Terre se retrouve la plus proche du Soleil. La distance moyenne entre la Terre et le Soleil est d'environ 150 millions de kilomètres. En décembre, la Terre est plus proche du Soleil de 5 millions de kilomètres qu'en juin.

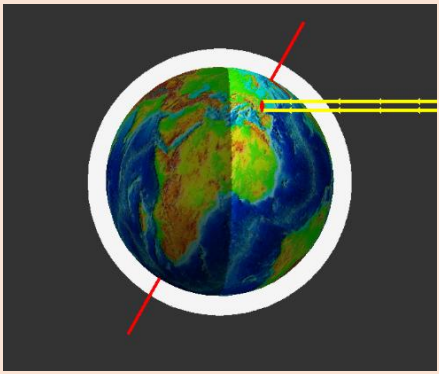
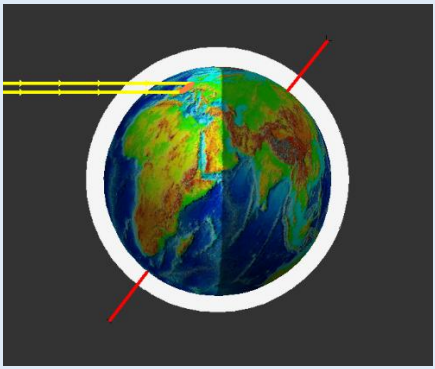
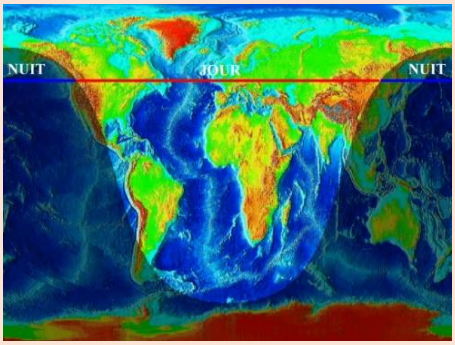
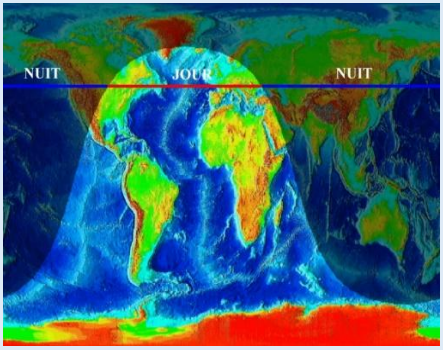


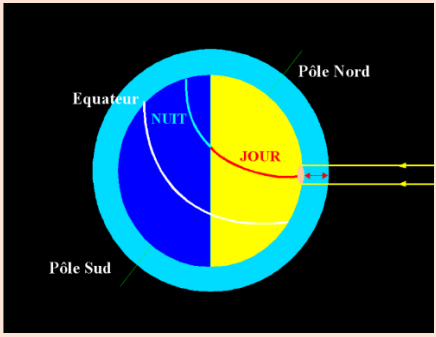
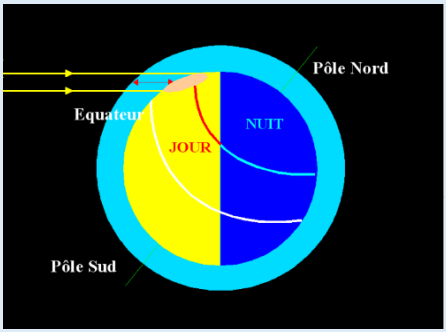
De plus, seules les zones tempérées de notre planète montrent les 4 saisons classiques que nous connaissons. Plus on se rapproche du cercle polaire, et plus la durée du jour varie au cours de l'année.



La position de la Terre en fonction des saisons.
Evidemment il est impossible de respecter les distances et les tailles.

C'est l'inclinaison de l'axe de la Terre (environ 23,5 degrés) qui explique l'alternance des saisons dans les pays tempérés.

L'ETE à PARIS	L'HIVER à PARIS
	
Le Soleil monte haut dans le ciel. Ses **rayons** sont presque **verticaux**. **Le jour dure longtemps** : presque 16 heures. Le Soleil se lève tôt et se couche tard.	Le Soleil reste bas sur l'horizon. Ses **rayons** sont presque **horizontaux.** **Le jour est très court** : 8 heures. Le Soleil se lève tard et se couche tôt.
	
Vérifiez que le pôle nord se trouve 24 heures sur 24 en plein jour, tandis que le pôle sud se trouve tout le temps dans la nuit.	Cette fois-ci, c'est le pôle nord pour qui le Soleil ne se lève pas de la journée, tandis que le Soleil ne se couche pas au pôle sud.

L'ETE à PARIS	L'HIVER à PARIS
Les rayons du Soleil arrivant de front par rapport à l'atmosphère traversent une **fine épaisseur d'air**. Ils sont peu absorbés.	Les rayons, arrivant de biais par rapport à l'atmosphère, traversent une **épaisseur importante d'air**. Ils sont très absorbés.
	
Les rayons du Soleil sont concentrés sur une petite surface. Ils chauffent bien le sol.	Les **rayons** sont **dispersés** sur une grande surface. Ils chauffent peu le sol.

Illustrations, sauf mention contraire, © 2004 R. BALDERACCHI.
Photos, sauf mention contraire, © Nasa (archivepix.htm) http://www.nasa.gov
Cartes affichées par le logiciel Home planet.
© http://www.fourmilab.ch